

مدل توسعه پایدار صنعت آهن و فولاد ایران

هما درودی*، کریم رستمی زاده**، علی محمدی***

چکیده

توسعه پایدار عرصه نوینی است که به سیاست و سازوکارهای اجتماعی-فرهنگی، رونق اقتصاد، تجارت و صنعت، حمایت از محیط زیست و همزیستی با طبیعت، توجه به حقوق برابر انسان‌ها در عرصه‌های داخلی و بین‌المللی به طور همزمان می‌پردازد. هدف این مقاله ارائه مدلی مطلوب جهت توسعه پایدار صنعت آهن و فولاد است. این تحقیق با استفاده از روش آمیخته صورت گرفته است. در بُعد کیفی با استفاده از روش داده‌بنیاد، مدلی جهت توسعه پایدار برای صنعت فولاد طراحی و ارائه شده است. در بُعد کمی نیز از روش معادلات ساختاری جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و تبیین ارتباط مؤلفه‌های مورد نظر، استفاده شده است. در جمع‌آوری داده‌ها از دو روش کتابخانه‌ای مانند مطالعه و بررسی کتب، مقالات، سمینارها، کنفرانس‌ها جهت استخراج مفاهیم استفاده شده است. در بخش مصاحبه، عمده مفاهیم با اتکا به اساتید دانشگاه و خبرگان صنعت استخراج شده‌اند. مؤلفه‌های نمودار مفهومی استخراج شده شامل: تامین مواد اولیه، پروژه‌های توسعه، مدیریت یکپارچه مواد، انرژی، بازار، شرایط اقتصادی سیاسی کشور و منابع انسانی-آموزش، مالی، پشتیبانی، فناوری، مدیریت کلان صنعت، جامعه و محیط زیست و بهداشت می‌باشد. لذا از راه‌های مهم دستیابی به توسعه پایدار، مدیریت و پشتیبانی مؤثر این صنعت در سطح کلان کشور، مدیریت تامین مواد اولیه و مواد استراتژیک، محافظت از محیط زیست، اهمیت به اشتغال و استفاده بهینه از منابع است.

کلید واژه‌ها: منابع انسانی، محافظت از محیط زیست، مواد استراتژیک، صنعت آهن و فولاد.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

* دانشیار، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران (نویسنده مسئول)

Email: homa_doroudi1@yahoo.com

** دانشجوی دکتری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

*** استادیار، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

۱. مقدمه

توسعه پایدار راه‌حلی‌هایی را برای الگوهای فانی ساختاری، اجتماعی و اقتصادی توسعه ارائه می‌دهد تا بتواند از بروز مسائلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی، آلودگی، تغییرات آب و هوایی، افزایش بی‌رویه جمعیت، بی‌عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان‌های حال و آینده جلوگیری کند [۱]. در راستای مفاهیم توسعه و دستیابی جوامع انسانی به یک شکل پایدار از دستاوردهای اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی، می‌توان گفت که مفهومی است که به واسطه پیامدهای منفی محیط زیستی و اجتماعی ناشی از رویکردهای توسعه یک جانبه اقتصادی بعد از انقلاب صنعتی و تغییر نگرش بشر به مفهوم رشد و پیشرفت پدید آمده است. این مفهوم تلاش دارد که با نگاهی جدید به توسعه، اشتباهات گذشته بشری را تکرار نکند و توسعه‌ای همه جانبه و متوازن را رقم بزند [۱۱]. در دو دهه گذشته، موضوع توسعه پایدار توجه زیادی از محققان و متخصصان را به خود جلب کرده است [۳۵]. امروزه تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیرقابل جایگزین در آن کشور شده است و در این راستا اقدامات گوناگونی توسط دولت‌ها انجام گرفته است. بنابراین سازمان‌ها به منظور حفظ و تقویت توان رقابتی به هماهنگی و تلفیق همه فعالیت‌های خود با موضوعات پایداری نیاز دارند [۲۳]. به دلیل افزایش آگاهی‌های جهانی در رابطه با مسئله پایداری و جهت‌گیری‌های دولتی در این باره، شرکتها نمی‌توانند در رابطه با مسائل پایداری در کسب و کار غفلت داشته باشند [۶].

صنعت فولادسازی از صنایع بسیار با اهمیت کشور است، چرا که این صنعت منبع‌محور، مبتنی بر منابع طبیعی است که ایران به وفور از آن بهره‌مند است. این صنعت قادر است این منابع طبیعی کشور را فرآوری و در آن ارزش افزوده خلق نماید. سایر فعالیت‌های مهم اقتصاد کشور، مانند صنایع فلزی و فعالیت ساخت و ساز به محصولات حاصل از صنعت فولادسازی وابستگی بالایی دارند. با وجود اینکه کشور دارای انواع کانی‌های فلزی و غیرفلزی و همچنین منابع غنی انرژی است، ولی بر اساس توسعه پایدار، استفاده از آنها در صنایع منبع‌محور، باید همراه با صیانت از آنها باشد که این مهم تا اندازه زیادی در گرو بهبود بهره‌وری است. در مجموع رشته فعالیت تولید محصولات آهن و فولاد جایگاه بسیار مهمی در اقتصاد کشور دارد چرا که این فعالیت پیوند بالایی با فعالیت‌های استخراجی سنگ آهن و کنسانتره‌های آن و زغال سنگ دارد. محصولات آنها را به محصولات صنعتی با ارزش افزوده بالاتر تبدیل می‌کند [۳۰]. صنایع فولاد همیشه نقش مهمی را در توسعه اقتصادی و اجتماعی یک کشور دارند. در درجه اول به افزایش رونق بیشتر و در مرتبه بعدی به ایجاد فرصت‌های شغلی و ارتقای معیشت کمک می‌نمایند. این صنایع متهم به تسریع در مصرف سوخت‌های فسیلی ضعیف و آلودگی محیط منطقه‌ای و جهانی با انتشار ذرات جامد، آلاینده‌های مایع و گاز به محیط اطراف می‌باشند. فولاد یکی از ستون‌های رفاه جوامع مدرن است و قطعاً در قرن ۲۱ نیز همچنان نقش مهمی را در این بازی خواهد داشت. انتشار دی‌اکسید کربن^۱، در این صنعت بسیار بالاست و با تولید ۶ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهان در قالب دی‌اکسید کربن به سوخت‌های فسیلی انرژی و سنگ آهن برای تصفیه اکسید آهن نیاز دارد. صنعت آهن و فولاد انرژی بالایی را می‌طلبد و این رویه منجر به فشار حداکثری به محیط می‌شود. چه به لحاظ مصرف سوخت و اکسیژن و چه به لحاظ ورود انواع گازهای آلوده ناشی از ذوب فلز. در این رابطه، موضوع بهره‌وری زیست محیطی و حرکت به سمت توسعه پایدار بدون کم کردن تولید فولاد مطرح می‌شود. در این زمینه، افزایش بهره‌وری از طریق بکارگیری فناوری‌های کارآمد و پاکیزه در بخش تولید و ارتقای بخش‌های اقتصادی، محیط زیست و اهداف توسعه اجتماعی نیز مطرح است. آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنایع (بویژه فولاد و ذوب آهن) در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری، تخریب منابع طبیعی، بویژه تهی‌سازی منابع آب به دلیل مصرف بالای منابع آن در این صنایع و یا تخلیه پساب‌ها در محیط‌های

^۱CO₂

آبی، عمده‌ترین پیامدهای زیست محیطی صنایع به شمار می‌روند. که تبعات جبران ناپذیری بر فرآیند توسعه پایدار دارد. هرچند فناوری‌های جدید و پیشرفته در کاهش و کنترل آلاینده‌ها نقش موثری داشته‌اند، اما با انجام ارزیابی چرخه حیات صنایع بویژه صنعت فولاد، پیامدهای سوء و مهم این طرح‌ها شناسایی شده و با ارائه برنامه‌های اصلاحی و کاهش اثرات منفی و پایش آنها در مراحل ساختمانی و بهره‌برداری، می‌توان پیامدهای احتمالی در محیط زیست را تقلیل داد [۱۴].

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یکی از شاخص‌های رشد صنعتی هر کشور، میزان تولید و مصرف فولاد است. صنعت فولاد نقش اساسی در اقتصاد ملی و رفاه جوامع دارد، بنابراین توسعه این صنعت عاملی اثربخش در توسعه سایر بخش‌های اقتصادی، صنعتی، علمی و اجتماعی کشور به شمار می‌رود. ایران با داشتن ۳/۳ میلیارد تن ذخایر زمین‌شناسی سنگ آهن و دارا بودن ۱۷/۹۳ درصد ذخایر گاز طبیعی جهان، مرزهای طولانی با آب‌های بین‌المللی، وجود نیروی کار متخصص و ارزان، امکان حمل و نقل ارزان و دانش و تجربه حاصل از اجرای پروژه‌های متعدد و کارخانه‌های عظیم فولادی، به تأیید انجمن بین‌المللی آهن و فولاد مزیتی عظیم در تولید این محصول دارد [۳۵].

در واقع از دلایل مهم و مؤثر بر افزایش ظرفیت فولاد و همچنین مصرف آن میتوان به میزان ظرفیت فعلی و قیمت تمام شده حامل‌های انرژی (آب، برق و گاز)، سنگ آهن، مواد افزودنی، استراتژی‌های توسعه صنعتی کشور، قوانین و مقررات زیست محیطی، قوانین و مقررات واردات و صادرات کشور، سطح تخصص و وفور نیروی انسانی در هر کشور اشاره نمود. لذا جهت شناسایی آسیب‌های توسعه پایدار می‌بایست عوامل، پارامترها و علل مؤثر بر توسعه و ایجاد آسیب بر این صنعت شناسایی و در شرایط همیشه متغیر داخلی و خارجی کشور و محیط کسب و کار پایش و مدیریت کرد. از جمله متغیرهای علی، مداخله‌گر، بستر حاکم بر اقتصاد و صنعت فولاد، راهبردهای توسعه و پیامدهای ناشی از توسعه در کشور مجهولات و ابهامات مسئله که موضوع این مقاله هستند، سطح موجودی منابع انرژی در شرایط فعلی و پیش‌بینی در آینده، قوانین و مقررات حاکم بر محیط کسب و کار، نوسانات ارز در کشور، شرایط تحریم‌های بین‌المللی، محدودیت‌های زیست محیطی، الگوی توسعه، استراتژی‌های توسعه پایدار و همچنین برنامه‌های پیش‌بینی مصارف آب، برق، گاز در طی بیست سی سال آینده و برنامه جامع تولید فولاد در کشور است. با توجه به ابعاد سه گانه توسعه پایدار مبنی بر محیط زیست، اجتماعی و اقتصادی؛ امروزه بعد چهارم نیز به آن افزوده شده است و آن مقوله فرهنگ است [۲۷].

با این حال هنوز هم مؤلفه اقتصاد، اثر گذارترین شاخص در توسعه پایدار است. فولاد یکی از مهمترین کالاهای اقتصادی در جهان است. بیشترین قابلیت بازیابی را داشته و خواص فیزیکی، شیمیایی و گاه منحصر به فرد آن، آن را به شاخص‌ترین ماده‌ی مهندسی تبدیل کرده است. فولاد تا زمانی که آسیبی به محیط زیست وارد نکند، نقش بسیار تأثیرگذاری در توسعه‌ی پایدار جهان، از راه افزایش کیفیت سطح زندگی مردم دارد. هر چند، تولیدکنندگان صنعت فولاد اذعان دارند که این صنعت نقش بسیار مهمی در توسعه پایدار از طریق افزایش سطح استاندارد زندگی افراد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه همراه با آسیب نرساندن به محیط زیست دارد. اما با این وجود، صنایع تولید آهن و فولاد منبع ایجاد و انتشار آلاینده‌های جامد، مایع و گازی به محیط زیست به شمار می‌آیند. از جمله چالش‌های پیش‌روی صنایع آهن و فولاد جهت توسعه پایدار می‌توان به مواردی مانند کاهش منابع تجدیدناپذیر، گرمایش جهانی، باران‌های اسیدی و تهدیدات بالقوه‌ی آن برای سلامت و امنیت کارگران اشاره نمود [۳۲].

پور مهدی و همکاران در پژوهش «طراحی شبکه زنجیره تامین حلقه بسته صنعت فولاد» یک زنجیره تامین حلقه بسته چند لایه‌ای چند محصولی با بازگشت محصولات در نظر گرفته است [۲۶]. مدل ریاضی ارائه شده در

زمینه صنعت فولاد است و هدف مدل پیشنهادی پیشینه سازی سود کل زنجیره با تعیین جریان بهینه بین بخش‌های مختلف و انتخاب بهترین فناوری به منظور تولید شمش فولادی با کمترین تأثیرات زیست‌محیطی منفی است. هدف این پژوهش ارائه یک مدل ریاضی برای بهینه‌سازی شبکه زنجیره تامین حلقه بسته صنعت فولاد با انتخاب فناوری تولید با چندین نوع محصول و مشتری ارائه شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سود حاصل از فروش محصولات عمومی، محصولات سفارشی و سرباری تولیدی بیشترین درآمد را به خود کسب کرده‌اند. همچنین در بخش زیست‌محیطی میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن منتشر شده از فرآیند تولید شمش در نظر گرفته شده است که یکی از دلایل اصلی تغییر فناوری تولید است. دهقان نیری و شاپوری در «ارائه مدل توسعه پایدار صنعت فولاد کشور با رویکرد ترکیبی ای ان پی و آی اس ام» اقدام به خوشه بندی عوامل زیر بنایی پایداری زنجیره تامین فولاد کرده‌اند [۲۳].

با مصاحبه و مطالعه پیشینه، مجموعه‌ای از عناصر تأثیرگذار شناسایی شده‌اند. با بکارگیری مدلسازی ساختاری تفسیری و نرم افزار MICMAC اوزان و اهمیت عوامل و پارامترها در قالب یک مدل ساختاری منسجم بدست آمد. لذا عوامل حداقل موجودی، کاهش حوادث کارکنان و ایمنی و رفاه کارکنان از تأثیرگذارترین عناصر در پایداری زنجیره تامین به شمار می‌آیند. عارفی و عندلیب در پژوهش «طراحی مدل زنجیره تامین پایدار با رویکرد دیمتل فازی^۲ و پویایی سیستم در صنایع فولاد استان یزد» با مطالعه پژوهش‌های پیشین موضوع و با استفاده از نظرات خبرگان این صنعت در استان یزد و دانشگاهی و بکارگیری تکنیک دیمتل فازی و رویکرد پویایی سیستم‌ها، مدل نهایی طراحی شد. نتایج حاکی از آن است که کاهش ورود قراضه به زنجیره تامین صنایع فولاد به همراه افزایش نیاز بازار به محصولات دوستدار محیط زیست، بیشترین تأثیر را در پایداری صنایع فولاد دارند [۳].

پیکانپور و همکاران [۲۵] در مطالعه‌ای «ارزیابی آثار و پیامدهای محیط زیستی طرح‌های توسعه فولادی (مطالعه موردی: مجتمع فولاد مبارکه اصفهان)» نتایج تحقیق ایشان نشان داد که آلودگی‌های محیط زیستی، آلودگی هوا و آب به عنوان اثرات عمده صنعت فولاد بر محیط زیست است [۲۰]. در بررسی «ارزیابی اثرات زیست‌محیطی کارخانجات فولاد تیام گیلان با استفاده از روش RIAM اصلاح شده» به دنبال شناسایی و پیش‌بینی اثرات زیست‌محیطی ناشی از احداث کارخانجات فولادسازی و نورد بیستون و آرایه روش‌های کاهش اثرات زیانبار زیست‌محیطی و اقدامات اصلاحی است. نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل صورت گرفته نشان داد که در دوران ساخت و ساز بیشترین اثرات منفی در محیط فیزیکی، شیمیایی، ناشی از فعالیتهای احداث و برچیدن کارگاه، عملیات خاکی و احداث کمپ بر پارامترهای کیفیت هوا، تراز صوتی، فرسایش خاک و منابع آب سطحی است. در محیط بیولوژیکی نیز تراکم پوشش گیاهی در اثر فعالیت تسطیح و خاکبرداری بیشترین اثر را دریافت می‌نماید. همچنین تغییر کاربری اراضی و کاهش شاخص‌های بهداشتی از بارزترین اثرات منفی طرح در محیط اقتصادی-اجتماعی شناخته شده است. نتایج تحقیق شعبان و شفران^۴ [۳۱] در پژوهش «انتخاب شاخص‌های توسعه پایدار برای ارزیابی تولید برق در کشور مصر» نشان داد که در رویکرد مفهومی آن، از ۳۰ عدد تحقیق قبلی استفاده شده است که با بررسی همگی آنها، شاخص‌هایی که در کشور مصر کاربرد دارند انتخاب شده‌اند. از بین لیست شاخص و معیار انتخاب شده، ۱۳ معیار مهم برای سرمایه‌گذاری در ایستگاه‌های تولید و اتخاذ تصمیم برای مدیران گزینش شد. تاو لای و همکاران^۵ [۳۶] در پژوهش «توسعه پایدار با تمرکز بر بهره‌برداری از انرژی تجدید پذیر در صنعت با استفاده از یک تحقیق جامع و بکارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، این موضوع را در سطح صنعت

^۱ISM-ANP

^۲Fuzzy Dematel

^۳Tao L., Ang L., & Xiaopeng, G.

فولاد چین مورد بررسی و تحلیل قرار داد. با توجه به مصرف مداوم انرژی‌های فسیلی، توسعه و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، در کشور چین، به عنوان یک کشور بزرگ مصرف کننده انرژی، اهمیت بیشتری یافته است. هدف این مقاله توسعه یک چارچوب جدید برای ارزیابی اولویت توسعه و بهره‌برداری انرژی در چین از منظر توسعه پایدار و در نتیجه مشارکت در مدیریت انرژی تجدیدپذیر است. برای تعیین وزن هر یک از معیارها از روش تحلیل شبکه^۱ استفاده شد. علاوه بر این، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند تاپسیس^۲، الکترو^۳، و ویکور^۴، جهت ارزیابی کمی گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر نیز مورد استفاده قرار گرفته است، تا این روش‌های مختلف یکدیگر را پشتیبانی کنند و نتایج جامع‌تری به دست آورند. نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های پایداری انرژی در میان تمامی استانداردها بالاترین اولویت را دارد. در میان منابع انرژی تجدیدپذیر در چین، انرژی برق آبی بهترین انتخاب است. در یک نگاه منطقه‌ای، شمال و شمال شرق چین، انرژی بادی، شرق و شمال غربی چین، انرژی خورشیدی، چین مرکزی و جنوبی گزینه انرژی تولیدی برق آبی گزینه‌های مناسبی می‌باشند. در نتایج حاصل از دو تحلیل حساسیت، اثربخشی انرژی، تغییرپذیری انرژی و تخصیص اقتصادی دارای نسبت‌های بالایی هستند.

گانکاوا و سیزن^۵ [۳۳] تأثیر ۸ بعد از مدیریت زنجیره تأمین سبز را بر عملکرد سه بعد اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی پایداری سازمانی بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند تمام ابعاد جی اس سی ام^۶ بجز یک مورد با حداقل یکی از ابعاد عملکرد پایداری سازمانی ارتباط دارد. وانگ جون وینگ جون^۷ [۱۰] شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار و عملکرد آن را بررسی کرده و یک مدل مفهومی برای بررسی تأثیرات جی اس سی ام^۸ بر پایداری عملکرد شرکت ایجاد کردند. نتایج نشان داد که اقدام‌های داخلی جی اس سی ام شرکت تأثیر مثبتی بر عملکرد محیط زیست و عملکرد اجتماعی آنها دارد. علاوه بر این، عملکرد محیط زیستی و عملکرد اجتماعی با عملکرد اقتصادی ارتباط مثبتی دارند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که جی اس سی ام شیوه‌های محیطی و اجتماعی ضروری است و برای کسب و کار مناسب است.

هی و وانگ^۹ [۹] در پژوهش «بررسی استفاده از انرژی و فناوری‌های انرژی در صنعت آهن و فولاد»، لیستی از تکنولوژی‌های بهره‌ور در مصرف انرژی و مقررات مربوط به صنعت فولاد را ارائه می‌دهد که شامل مطالعات موردی در سراسر جهان و اطلاعات مربوط به شاخص‌های مصرف انرژی و میزان هزینه آنها را ارائه می‌دهد. لونگ و همکاران [۱۹] در پژوهش «سیستم ارزیابی پایداری برای صنعت آهن و فولاد کشور چین» سعی بر این شده است که با استفاده از اطلاعات مالی و گزارشات چهار شرکت راهبر و مهم در این کشور، سیستمی متناسب با ویژگی‌ها و شرایط آنها طراحی و ارائه شود.

پان و همکاران [۲۴] در «ارزیابی پایداری صنعت فولاد چین» نشان دادند که شرکت مورد بررسی در بلند مدت از پایداری لازم برخوردار است. از دلایل مهم آن می‌توان به وابستگی شدید به ورودی‌ها، انتشار گاز و آلودگی‌ها به محیط اشاره کرد. لذا در جهت تثبیت پایداری این صنعت، موارد ذکر شده می‌بایست در اولویت سیاستگذاری آن قرار گیرد. لین و وانگ [۹] در پژوهش «انتشار کربن از صنعت انرژی در چین: شواهدی از صنعت آهن و فولاد»

^۱Analytical network method

^۲TOPSIS

^۳Electro

^۴Vikor

^۵Sibel Yildiz Çankaya, Bulent Sezen

^۶GSCM

^۷Jing, June.

^۸SSCM

^۹He, K., & Wang

نشان دادند که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش احتمال انتشار دی اکسیدکربن در صنعت آهن و فولاد چین تاثیر بسیاری زیادی بر پایداری آن دارد. هر تحقیقی برای دستیابی به اهداف خاصی صورت می‌گیرد، این اهداف خود را در قالب مسأله تحقیق، نمایان می‌سازند و از طریق بیان آن، آشکار می‌شوند.

به منظور سنجش روابط میان ابعاد و مولفه‌های مدل، تحقیق حاضر درصدد پاسخگویی به سؤال‌های زیر است:

۱) چگونه می‌توان با ارائه یک مدل جامع مبتنی بر نظریه داده بنیاد به تبیین توسعه پایدار در صنعت فولاد و آهن کشور پرداخت؟

۲) مدل مطلوب توسعه پایدار صنعت آهن و فولاد شامل چه ابعاد و مفاهیمی است؟

۳) مهم‌ترین شرایط علی، عوامل مداخله‌گر، زمینه‌ای، پدیده محوری، راهبردها و پیامدهای توسعه پایدار کدامند؟ ایجاد توسعه پایدار در صنعت آهن و فولاد کدامند؟

۳. روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق با استفاده از روش ترکیبی یا آمیخته^۱ و به دو روش کیفی و کمی صورت گرفت. در بُعد کیفی، با استفاده از منابع مورد استفاده و به روش داده‌بنیاد^۲، مدلی جهت توسعه پایدار برای صنعت آهن و فولاد کشور طراحی شد. در بُعد کمی با استفاده از روش معادلات ساختاری تبیین ارتباط مولفه‌های مورد نظر، صورت گرفته است. روش جمع‌آوری داده‌ها به دو روش کتابخانه‌ای (جهت تدوین مدل) و روش پیمایشی انجام گرفته است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبه و پرسشنامه است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در مرحله کمی، و برای آزمون مدل تحقیق، از مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شد. در روش کتابخانه‌ای از کتب، مقالات، مطالب ارائه شده در سمینارها، همایش‌ها، کنفرانس‌ها، جستجوهای اینترنتی و مرور پیشینه موضوع جهت استخراج مفاهیم و مبانی تحقیق استفاده می‌شود. در بخش مصاحبه‌ها، عمده مطالب و مفاهیم و ویرایش آنها، با اتکا به اساتید دانشگاه و خبرگان مرتبط با این صنعت استخراج و بکار گرفته می‌شوند.

نوع پژوهش از بُعد هدف، به دلیل عدم دخل و تصرف محقق در داده‌ها، اکتشافی بوده و از بُعد گردآوری اطلاعات، پیمایشی است. نوع پژوهش از بُعد مخاطب استفاده‌کننده، به دلیل استفاده از تحقیقات قبلی در این تحقیق، و با توجه به این که محقق بدنبال بهبود روش‌های اجرایی است، از نوع توسعه‌ای محسوب می‌شود. نوع پژوهش از حیث موضوعی در حوزه مدیریت صنعتی است. از بعد مخاطب استفاده‌کننده، و با توجه به این که محقق بدنبال بهبود روش‌های اجرایی است از نوع کاربردی محسوب می‌شود. نوع پژوهش از بعد زمان، مقطعی و از حیث موضوعی در حوزه مدیریت توسعه پایدار قرار می‌گیرد. قلمرو موضوعی پژوهش، مباحث مختلفی از جمله موضوعات مدیریتی، صنعت آهن و فولاد و زیست محیطی را شامل می‌شود. به عبارتی برای اجرای این پژوهش از آخرین داده‌ها و دستاوردهای حوزه‌های فوق‌الذکر استفاده و نتایج آن نیز به این حوزه‌ها ارائه خواهد شد. مکان اجرای این پژوهش صنعت آهن و فولاد کشور است.

به عبارتی پژوهش در صنعت مذکور در سطح کشور و میان مدیران و کارشناسان و همچنین اساتید خبره انجام گرفته، سپس نتایج آن در سطح صنعت مذکور بکار گرفته خواهد شد. با توجه به روش تحقیق آمیخته در بخش کیفی، نظریه‌پردازی داده بنیاد مانند انواع دیگر پژوهش‌های کیفی متکی بر تصورات معرف بودن نمونه آماری برای تعمیم‌پذیری داده‌ها و اصالت یافته‌ها نیست و عموماً نمونه‌ها به صورت هدفمند انتخاب می‌شوند. در فرآیند پژوهش در بخش کیفی از فرآیند نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده شده است. نمونه‌گیری گلوله برفی در واقع یکی از

^۱ Mixed Method

^۲ Grounded Theory

ویژگی‌های اساسی نظریه‌پردازی داده بنیاد است. انتخاب نمونه‌ها تا جایی تداوم یافته است که کفایت و اشباع داده‌ها پیش آمده است و محققان دریافته باشند که نمونه‌های بعدی، اطلاعات متمایزی در اختیار آنها قرار نمی‌دهند [۲۱]. جامعه آماری شامل کلیه مدیران و کارشناسان ارشد صنعت فولاد کشور بود. همچنین با مشورت چند تن از متخصصین و کارشناسان پژوهشی در بخش کیفی تعداد ۱۵ نفر به عنوان نمونه‌های تحقیق در نظر گرفته شد. تعداد افراد خبره در پژوهش‌های کیفی بین ۵ تا ۲۵ و تا رسیدن به مرحله اشباع است [۲].

انتخاب نمونه تحقیق در بخش کیفی از نوع غیر احتمالی است و برای این منظور از روش نمونه‌گیری گلوله برفی در شناسایی و انتخاب خبرگان در زمینه توسعه پایدار استفاده شده است. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز تحقیق از دو روش مطالعات اسنادی و میدانی استفاده شد. حاصل این بخش مشخص کردن مؤلفه‌های اولیه و شاخص‌هایی در زمینه توسعه پایدار بر اساس مبانی نظری و عملی است. در روش میدانی ابتدا برای انجام مصاحبه‌های اکتشافی به صورت هدفمند ۱۵ نفر از خبرگان دانشگاهی و مدیران صنعت فولاد کشور انتخاب شده و پس از اعمال هماهنگی‌های لازم در محل کار آنها حضور یافته و با آنان مصاحبه به عمل آمده است. در بخش کمی جهت اعتبار سنجی مدل از تکنیک معادلات ساختاری و نرم‌افزار Smart pls3 استفاده شد. از ۴۰۳ نفر جامعه آماری، به تعداد ۲۱۱ عدد پرسشنامه ۴۶ سؤالی برای مخاطبین ارسال شد که از این تعداد، ۱۳۱ عدد از آنها تکمیل و به محقق عودت داده شده است. در مرحله اول پژوهش (کیفی)، پژوهشگر پس از هماهنگی‌های لازم در محل کار مصاحبه‌شونده حضور یافته و با استفاده از ضبط صوت و با کسب اجازه از مصاحبه‌شونده مکالمات مصاحبه را ضبط تا کدها استخراج شود. این عمل بعد از هر بار مصاحبه صورت گرفت و پژوهشگر در مصاحبه پایانی (۱۴ و ۱۵) دریافت که کد جدیدی به کدهای قبلی اضافه نشد. بنابراین فرایند مصاحبه را با مصاحبه‌شونده بعدی ادامه نداد، البته به غیر از پژوهشگر یک متخصص آمار و یکی از اساتید دانشگاه درباره کدها نظر دادند. در حین مصاحبه به جمع‌آوری نظرات در مورد شاخص‌های مناسب توسعه پایدار پرداخته شد و عوامل اصلی و فرعی موردنظر بررسی و نهایی شد. شایان ذکر است که مدت زمان انجام مصاحبه بین ۳۰ تا ۹۰ دقیقه بود. روش تحلیل داده‌ها کدگذاری نظری برگرفته از روش نظریه‌پردازی داده بنیاد بود. در کدگذاری نظری روش سه رکن اصلی «مفاهیم»، «مقوله‌ها» و «قضیه‌ها» وجود دارند. در این شیوه نظریه بر اساس «داده‌های خام» شکل می‌گیرند. در این تحقیق از نرم افزار Maxqda2007 جهت کدگذاری استفاده شده است.

در بخش کمی برای ارزیابی پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده که این ضریب $0/854$ به دست آمده است؛ با توجه به این که حداقل ضریب پایایی لازم در پرسشنامه‌های پژوهشی $0/7$ است، می‌توان چنین نتیجه گرفت که پرسشنامه تحقیق از پایایی قابل قبولی برخوردار است. همچنین برای تک‌تک متغیرها نیز آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی محاسبه شده است که مقدار همگی بیشتر از $0/7$ است که نشان از پایایی سؤالات هر عامل دارد. برای تخمین اعتبار، پرسشنامه تحقیق در میان جمعی از خبرگان توزیع شد و سپس با استفاده از سنجش شاخص روایی محتوا و نسبت روایی محتوا بررسی و تأیید شد. در مطالعه حاضر برای سنجش اعتبار محتوا از ۱۵ ارزیاب استفاده شد. حداقل مقدار پذیرفتنی «سی‌وی‌آر» با این تعداد ارزیاب براساس جدول لاوشه $0/49$ و سی‌وی‌آی $0/79$ است که مقدار CVR برای تمام متغیرها بیش از $0/49$ و مقدار CVI بیشتر از $0/79$ بوده است. پس از تحلیل پاسخ‌های خبرگان، پرسشنامه نهایی تنظیم و تأیید شد. همچنین برای سنجش روایی همگرا و روایی تشخیصی از تحلیل عاملی در اسمارت پی ال اس استفاده شد. مقدار کلیه بارهای عاملی سؤالات و همینطور میانگین واریانس استخراج شده هر مفهوم بزرگ‌تر از $0/5$ بوده که نشان از وجود روایی همگرا است. همچنین میزان جذر AVE هر سازه در حالت تخمین استاندارد بیشتر از همبستگی میان سازه‌ها بوده که نشان از وجود روایی تشخیصی دارد. به منظور بررسی پاسخ سؤالات تحقیق از نظر معناداری آماری، نخست توزیع نرمات به لحاظ نرمال بودن آزمون شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع‌ها از آزمون اسمیرنوف-کولموگروف استفاده شد که با توجه به بیشتر از

۰/۰۵ بودن سطح معناداری، خروجی کلیه متغیرهای پژوهش مشخص شد که کلیه متغیرها از توزیع غیر نرمال برخوردارند. روش‌های زیر برای اعتباربخشی به مدل و نتایج تحقیق کیفی استفاده شده است [۳۵] و [۲۱]: الف- اجماع داده‌ها: در این پژوهش با افراد مختلف مصاحبه شد. الف) اجماع پژوهشگران: در مراحل مختلف این پژوهش، یافته‌های تحقیق با همکار پژوهش بازنگری شده است. ب) اجماع روش‌ها: در این پژوهش پس از مدل‌سازی در روش کیفی، مدل مذکور در روش کمی آزمون شد. ج) کنترل اعضاء: در مراحل مختلف پژوهش یافته‌های تحقیق با افراد مطلع و خبرگان صنعت بازبینی شده است.

در بخش کیفی در این پژوهش از رهیافت نظامند داده بنیاد استراوس و کوربین [۳۵] استفاده شد. براساس رویکرد نظامند نظریه‌پردازی فرایند تحلیل داده‌ها در سه مرحله اصلی آن انجام شد. در کدگذاری باز پس از کدگذاری اولیه متن مصاحبه‌ها، استخراج مفاهیم و مقوله‌ها انجام می‌گیرد و در کدگذاری متمرکز با غربالگری کدهای اولیه مفاهیم تشخیص داده می‌شوند. در کدگذاری محوری یک صورت‌بندی درباره‌ی بسترها، فرآیندها و پیامدها و ارتباط بین مقوله‌های پژوهش انسجام می‌یابد [۲۴]. پس از بررسی مقوله‌ها از جنبه‌های مختلف و تعیین ارتباط بین مقوله‌ها در سطوح مختلف و مسیریابی شرطی، مرحله کدگذاری محوری به پایان رسیده تا در گام نهایی تحلیل، کدگذاری گزینشی و خلق نظریه و مدل نهایی انجام شود [۹]. در بخش کمی برای آزمون روابط بین متغیرهای مدل به دلیل نظر گرفتن همزمان تأثیرات کلیه متغیرها از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. باید گفت که در بخش کیفی برای تحلیل مصاحبه‌ها از نرم‌افزار مکسدا و در بخش کمی از نرم‌افزار Smart PLS استفاده شده است.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

نرم‌افزار MAXQDA2007 نرم‌افزاری حرفه‌ای برای تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق کیفی و ترکیبی است. مراحل کدگذاری پژوهش‌های کیفی شامل کدگذاری باز بر مبنای مقولات استخراج شده از مطالعه مقدماتی مبانی نظری تحقیق، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی است. هدف کدگذاری باز دسته‌بندی پدیده از طریق بررسی دقیق داده‌ها است. به عبارت بهتر، در این نوع کدگذاری مفاهیم درون مصاحبه‌ها، اسناد و مدارک براساس ارتباط با موضوعات مشابه طبقه‌بندی می‌شوند. نتیجه این مرحله، تلخیص انبوه اطلاعات کسب شده از مصاحبه‌ها و اسناد به درون مفاهیم و دسته‌بندی‌هایی است که در این سؤالات مشابه هستند. هدف از کدگذاری محوری ایجاد رابطه بین مقوله‌های تولید شده (در مرحله کدگذاری باز) است. این عمل، معمولاً براساس الگوی پارادیمی انجام می‌شود و به نظریه‌پرداز کمک می‌کند تا فرایند نظریه‌پردازی را به سهولت انجام دهد. اساس ارتباطدهی در کدگذاری محوری بر بسط و گسترش یکی از مقوله‌ها قرار دارد.

کدگذاری گزینشی حاصل فرایند انتخاب، دسته‌بندی اصلی، مرتبط کردن نظامند آن با دیگر دسته‌بندی‌ها، تأیید اعتبار این روابط و تکمیل دسته‌بندی‌هایی است که نیاز به اصلاح و توسعه بیشتری دارند. کدگذاری انتخابی بر اساس نتایج کدگذاری باز و کدگذاری محوری، مرحله اصلی نظریه‌پردازی است. به این ترتیب که مقوله محوری را به شکل نظامند به دیگر مقوله‌ها ربط داده و آن روابط را در چارچوب یک روایت ارائه کرده و مقوله‌هایی را که به بهبود و توسعه بیشتری نیاز دارند، اصلاح می‌کند. با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده در فرمت مصاحبه که با فرآیند تطبیق مستمر به نقطه اشباع نظری رسیده است بعد از تعریف سؤالات اصلی پژوهش (مصاحبه) که برای آنها مقیاس کمی تعریف شده است، می‌توان کدگذاری مصاحبه‌های جمع‌آوری شده را با تعریف ویژگی‌ها و ابعاد آن و نمودارهای توصیف کننده این ویژگی‌ها شروع کرد. شایان ذکر است که با بکارگیری نمونه گیری گلوله برفی در نهایت تا رسیدن به مرحله اشباع نظری با ۱۵ خبره در این زمینه بر اساس مصاحبه نیمه ساختار یافته با ۷ سؤال

مصاحبه صورت گرفت. با استفاده از رویکرد گراند تئوری و استفاده از نرم‌افزار MAXQDA2007 به این ۷ سؤال پاسخ داده می‌شود. پاسخ‌های ارائه شده برای هر سؤال پس از تحلیل محتوا و کدگذاری توسط پژوهشگر و دو نفر از متخصصین آمار در جدولی آورده شده است که این جداول، بیانگر شاخص‌ها و مؤلفه‌های اصلی پژوهش است.

شکل‌گیری مفاهیم (کدگذاری محوری). وظیفه محقق در این مرحله، «دسته بندی و مقایسه» عناوین استخراج شده از داده‌ها است. این کار مستلزم صرف وقت و حوصله بسیار است، چرا که در ابتدا ارتباط بین آن‌ها، چندان آشکار نیست. در واقع محقق خود را با انبوهی از داده‌های خام روبرو می‌بیند که چندان به هم ربطی ندارند اما به زودی پیوندهای نامرئی هویدا خواهد شد و زیبایی روش نظریه داده بنیاد در این مرحله نهفته است. این مرحله منجر به ایجاد مقولات و خرده مقولات حاصل از کدگذاری باز می‌شود، مقوله‌ها در مقایسه با مفاهیم، انتزاعی‌تر بوده و سطحی بالاتر را نشان می‌دهند. آن‌ها از طریق همان فرآیند تحلیلی انجام مقایسه برای برجسته‌سازی شباهت‌ها و تفاوت‌ها که در سطح پایین‌تر برای تولید مفاهیم استفاده شد، ایجاد می‌شوند. بر اساس یافته‌های پژوهش، مفاهیم با کدگذاری محوری به تعداد ۱۳ بلوک مجزا تفکیک شدند. در واقع کدگذاری محوری، فرآیند ربطدهی مقوله‌ها به زیرمقوله‌ها، و پیوند دادن مقوله‌ها در سطح ویژگی‌ها و ابعاد است. این کدگذاری، به این دلیل «محوری» نامیده شده است که کدگذاری حول «محور» یک مقوله تحقق می‌یابد [۱۶]. در این مرحله، مقوله‌ها، ویژگی‌ها و ابعاد حاصل از کدگذاری باز تدوین شده و سر جای خود قرار می‌گیرد تا دانش فزاینده‌ای در مورد روابط ایجاد شود.

در مرحله بعد، ۱۳ بلوک، مفاهیم اصلی مدل را تشکیل داده و سایر مفاهیم استخراج شده که شامل ۴۷ مفهوم است، دارای اهمیت کمتری بوده و هرچند که نقش آن‌ها در مدل کسب و کار کاملاً محسوس نیست، اما نمی‌توان درجه اهمیتی را برای آنها در نظر نگرفت. نتایج جمع‌بندی بلوک‌های تشکیل دهنده مدل صنعت آهن و فولاد در توسعه پایدار را می‌توان در جدول ۱ خلاصه کرد، این تقسیم‌بندی می‌تواند پیش‌نویس اولیه‌ای برای تبیین مدل مطلوب توسعه صنعت آهن و فولاد در راستای توسعه پایدار باشد. بطور کلی، با استفاده از تکنیک مقایسه پایدار، زمینه ظهور ابعاد مشترک مفاهیم که همان کدگذاری محوری است، امکان‌پذیر شد.

شکل‌گیری مقوله‌ها (کدگذاری انتخابی). در این مرحله بواسطه شکل‌گیری مقوله‌ها و انتخاب مفاهیم مهم به تشخیص محقق، به کدگذاری انتخابی معروف است. زیرا از طریق مقایسه هر مفهوم با مفاهیم دیگر، محورهای مشترک دیگری یافت می‌شود که عنوان مقوله به خود می‌گیرد. کدگذاری انتخابی عبارت است از روش سیستماتیک انتخاب مؤلفه‌های اصلی و ارتباط دادن آنها با سایر مؤلفه‌ها، اعتبار بخشیدن به روابط و پرکردن جاهای خالی با مقولاتی که نیاز به اصلاح و گسترش بیشتر دارند [۳۳]. در آخرین مرحله از کدگذاری، که به کدگذاری انتخابی معروف است، پژوهشگر با توجه به مراحل قبلی، به استحکام بیشتر مفاهیم و مؤلفه‌ها می‌پردازد. در این مرحله در یک دسته‌بندی کلی‌تر، داده‌های سازماندهی شده در قالب مؤلفه‌های گوناگون و در ابعاد محدودتری دسته‌بندی می‌شوند [۱۰]. در مرحله کدگذاری انتخابی، وجوه مشترک مؤلفه‌های سرآمده از مراحل قبلی، شناسایی شدند و با توجه به اشتراکات آنها در دسته‌بندی کلی‌تر و محدودتری سامان‌دهی شدند. با وجود این، تعداد این ابعاد به ۱۳ مورد رسید. بدیهی است طراحی مدل مفهومی مشتمل بر این میزان متغیر، کار دشواری خواهد بود. بر اساس مراحل معرفی شده در فرآیند نظریه داده بنیاد، می‌بایست پس از پایان مرحله کدگذاری انتخابی، چارچوب نظری هویدا می‌شد ولی چنین اتفاقی رخ نداد. ابعاد حاصله از این مرحله، بسان اجزای پراکنده یک سیستم بودند که لازم بود روابط بین آن‌ها مشخص گشته و نقش، جایگاه و عملکرد هر خورده سیستم تعریف شود.

مرحله نظریه‌پردازی. تبیین و تحلیل شاخص‌ها در قالب مفاهیم و مقوله در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی نشان داد که شاخص‌های توسعه پایدار صنعت فولاد و آهن در قالب تئوری داده بنیاد باید در سه مقوله اقتصادی/فنی، زیست محیطی و اجتماعی/فرهنگی شکل‌گیرد. در این بخش از مقاله به منظور دستیابی به مؤلفه‌های اصلی تحقیق در راستای ارزیابی عملکرد صنعت آهن و فولاد در چارچوب توسعه پایدار و رسیدن به یک الگوی مطلوب در این زمینه، مؤلفه‌ها و منابع متعددی از جمله سمپوزیوم‌های متعدد آهن و فولاد، سند چشم‌انداز توسعه ۲۰ ساله کشور، برنامه ششم توسعه، سیاست‌های اقتصاد مقاومتی و مطالعات و تحقیقات پیشین داخلی و خارجی مرتبط بررسی و تحلیل شد. خروجی این رویکرد

نشان داد که الگوی مطلوب باید مبتنی بر مجموعه‌ای از ملاک‌ها و مؤلفه‌های مبتنی بر توجیه اقتصادی / فنی، اجتماعی و زیست محیطی باشد. تا علاوه بر دستیابی به اهداف بلند مدت اقتصادی / فنی، پیامدهای منفی زیست محیطی و اجتماعی - فرهنگی نیز به حداقل و همچنین حداکثر آثار مثبت بر محیط و جامعه را ایجاد نماید. تا از این طریق نسل‌های بعدی نیز بتوانند از ثمرات توسعه این صنعت بهره‌مند گردند. در جدول ۱ خلاصه تعداد مقوله‌ها و مفاهیم استخراج شده از منابع بکار رفته نشان داده شده است. همچنین در جدول ۲ خلاصه اجرای سه مرحله اصلی داده بنیاد ارائه شده است. لازم به ذکر است عوامل و زیر عوامل جدید در این پژوهش در جدول ۲ با علامت * نمایش داده شده‌اند.

جدول ۱. تعداد مقوله‌ها و مفاهیم استخراج شده

ردیف	دیدگاه	تعداد مقوله‌ها	تعداد مفاهیم	درصد مفاهیم
۱	مبانی نظری	۱۱	۱۳۹	۴۱٪
۲	تحقیقات پیشین	۸	۵۰	۱۵٪
۳	اسناد بالادستی	۱۰	۳۴	۱۰٪
۴	نظرات خبرگان	۱۲	۱۱۴	۳۴٪
	جمع	۴۱	۳۳۷	۱۰۰٪

جدول ۲. شرح مقولات، زیر مقولات و مفاهیم استخراج شده

مقوله‌های اصلی	زیر مقوله‌ها	مفاهیم	کد مفهوم (شاخص)
اقتصادی/فنی	*تامین مواد اولیه واستراتژیک	*دخیره قطعی سنگ آهن و ظرفیت کارخانجات استخراج سنگ آهن و قراضه در کشور	S ₁
		*ظرفیت کارخانجات تولید کنسانتره و گندله	S ₂
		*ظرفیت تولید کالاهای استراتژیک و افزودنی در کشور	S ₃
		ظرفیت کارخانجات در حال احداث کنسانتره، گندله	S ₄
		ظرفیت کارخانجات در حال احداث تولید فولاد خام	S ₅
		*ظرفیت ساخت تجهیزات و قطعات یدکی	S ₆
	*مدیریت بکارچه منابع، حامل‌های انرژی و مواد استراتژیک	میزان سرمایه‌گذاری	S ₇
		حامل‌های انرژی	S ₈
		*مصرف مواد استراتژیک	S ₉
		*مصرف مواد افزودنی	S ₁₀
		*بهره‌وری نیروی انسانی	S ₁₁
		صادرات و واردات بهینه	S ₁₂
مدیریت بازار	فروش داخل	کیفیت محصول و ارتباط با مشتریان	S ₁₃
		قوانین و مقررات کشور در خصوص صادرات و واردات	S ₁₄
		*راه‌های جاده‌ای و ریلی	S ₁₅
		*راه‌های دریایی	S ₁₆
		*راه‌های هوایی	S ₁₇
	*لجستیک و زیر ساخت	*زیرساخت‌ها	S ₁₈
		بهای تمام شده	S ₁₉
		مدیریت فاینانس	S ₂₀
		انعطاف‌پذیری تکنولوژی بکار رفته	S ₂₁
		سطح بومی تکنولوژی بکار رفته	S ₂₂
تکنولوژی و فناوری و پژوهش	سازگاری تکنولوژی صنعت با محیط زیست	سطح اتواسیون صنعتی و اطلاعاتی	S ₂₃
		سطح اتواسیون صنعتی و اطلاعاتی	S ₂₄
		ارتباط صنعت و دانشگاه	S ₂₅
			S ₂₆

S ₃₂	*میزان تولید فولاد خام در کشور	*تولید فولاد	
S ₃₃	*میزان تولید فولاد خام در جهان		
S ₃₄	*میزان نیاز فولاد		
S ₄₄	*مدیریت صنعت فولاد در سطح کلان	*کلان صنعت فولاد	
S ₄₅	*مدیریت صنعت فولاد در سطح سازمانها		
S ₄₆	*تیبین ماموریت، چشم انداز و ارزش‌های سازمان		
S ₃₀	ثبات اقتصادی	شرایط *سیاسی و اقتصادی کشور	
S ₃₁	*ثبات سیاسی و تحریم‌ها		
S ₃₅	میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای	محیط زیست محیط زیست و ایمنی	
S ₃₆	میزان انتشار ذرات گرد و غبار		
S ₃₇	سرانه کاشت فضای سبز		
S ₃₈	*بازافت فاضلاب، پساب صنعتی و پسماندها		
S ₃₉	رعایت استانداردها و دستور العمل‌های زیست محیطی		
S ₄₀	ایمنی		
S ₂₇	رضایت کارکنان		
S ₂₈	*نظام پیشنهادها		
S ₂₉	آموزش		
S ₄₁	*رضایت و پشتیبانی مسئولین منطقه از فعالیت‌ها و خدمات صنعت	جامعه	اجتماعی و فرهنگی
S ₄₂	اشتغال‌زایی در منطقه و کشور		
S ₄₃	*فعالیت‌های فرهنگی، اجتماعی و ورزشی در منطقه		

همچنین تعداد زیر مقوله‌ها و مفاهیم (شاخص‌ها) به قرار جدول ۳ می‌باشد.

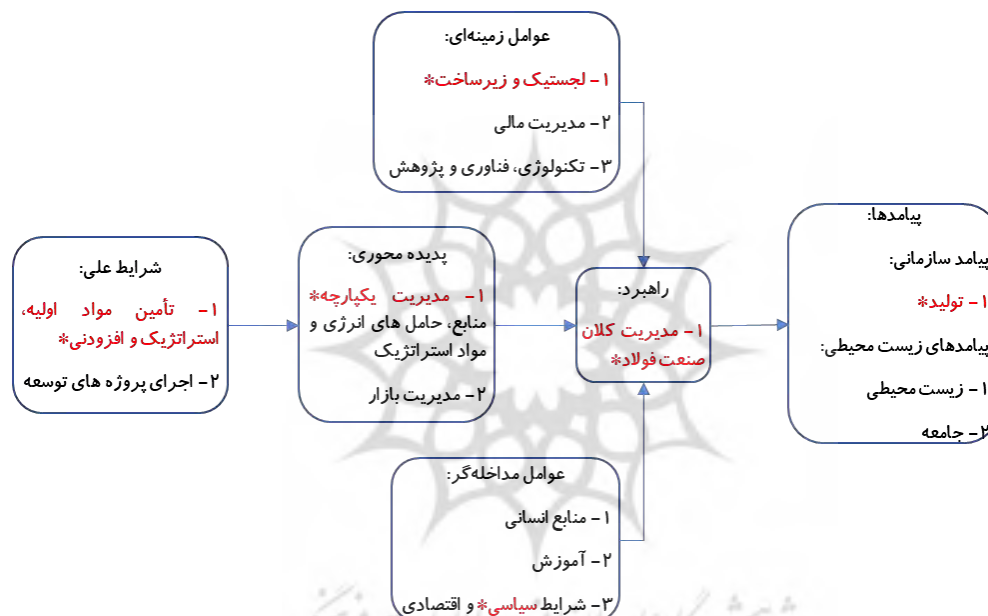
جدول ۳. مقوله‌ها و تعداد مفاهیم استخراج شده

ردیف	مقوله	تعداد مفاهیم
۱	تامین مواد اولیه، مواد افزودنی و استراتژیک	۳
۲	اجرای پروژه‌های توسعه	۳
۳	مدیریت یکپارچه منابع، حامل‌های انرژی و مواد استراتژیک	۴
۴	مدیریت بازار	۴
۵	مدیریت کلان صنعت فولاد	۳
۶	شرایط اقتصادی و سیاسی	۱
۷	منابع انسانی-آموزش	۳
۸	لجستیک وزیر ساخت	۲
۹	مدیریت مالی	۲
۱۰	تکنولوژی و فنآوری و پژوهش	۴
۱۱	محیط زیست	۵
۱۲	تولید	۲
۱۳	جامعه	۳

مدل مفهومی پژوهش. بعد از مشخص شدن مفاهیم و مقوله‌های اصلی تحقیق جهت شناخت عوامل موثر بر توسعه پایدار صنعت فولاد و آهن به منظور دستیابی به یک الگوی مطلوب، مفاهیم و مقوله‌ها براساس نوع و چگونگی تاثیر و روابط علی با یکدیگر در ۶ مقوله شرایط علی، عوامل پدیده محوری، عوامل زمینه‌ای، عوامل

مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها دسته‌بندی می‌گردند [۳۵]. بدین ترتیب، جدول ۱ نشان می‌دهد که مهمترین منابع اطلاعاتی برای گردآوری شاخص‌ها و مقوله‌ها براساس رویکرد نظریه داده‌بنیاد کدام بوده است. تعداد شاخص‌های استخراج شده در این فرآیند جمعاً ۳۳۷ شاخص است. این شاخص‌ها براساس درجه وزن‌دهی و تکراری بودن پالایش شده‌اند. خروجی مدل داده بنیاد با استفاده از پرسش‌نامه و نظرسنجی از ۱۳۱ کارشناس صنعت فولاد اعتبار سنجی شد و نتیجه آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود.

در این مرحله بعد از پالایش مفاهیم و مقوله‌ها براساس درجه اهمیت و تکراری بودن و همچنین دسته‌بندی آنها از نظر نحوه تاثیرگذاری و روابط علی، جمعاً ۶ طبقه و ۱۳ مقوله و ۴۶ شاخص استخراج شد. با توجه به نحوه روابط بین مؤلفه‌ها و تعداد طبقات شاخص‌ها براساس رویکرد نظریه داده‌بنیاد، مدل مفهومی تحقیق به شرح شکل ۱ می‌باشد. لازم به ذکر است عوامل و زیر عوامل جدید در این پژوهش در شکل ۱ با علامت * نمایش داده شده‌اند.

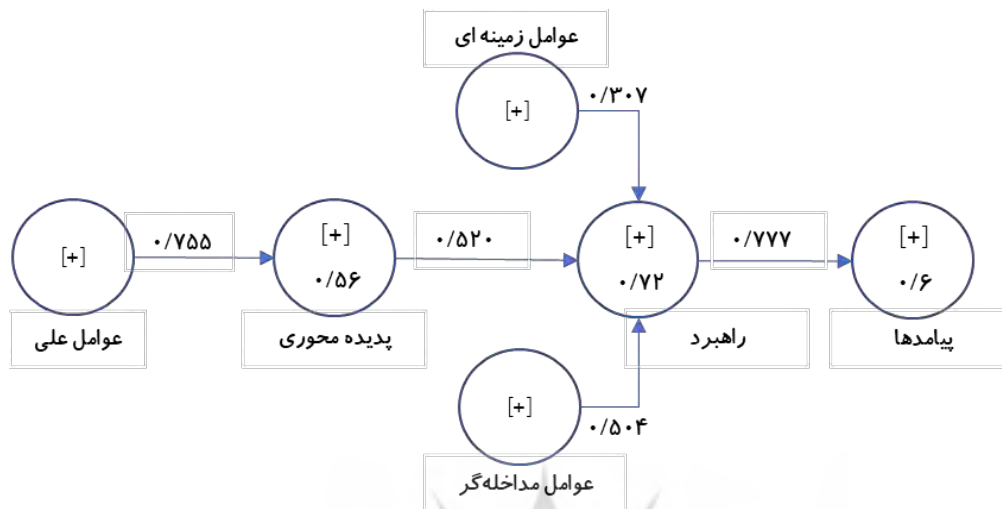


شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش در بخش کیفی (معیارها و زیر معیارهای اصلی)

آزمون مدل. مدل‌یابی معادلات ساختاری یک رویکرد جامع برای آزمون فرضیات، درباره روابط متغیرهای مشاهده شده است [۴]. در این پژوهش از مدل‌یابی معادلات ساختاری با کمک روش حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار PLS جهت آزمون و تست روابط و صحت مدل استفاده شده است. نگرش لیزرل بر بیشینه‌سازی کواریانس و مدل‌یابی PLS بر بیشینه‌سازی واریانس تمرکز دارد [۹]. PLS نگرشی مبتنی بر واریانس است که در مقایسه با تکنیک‌های مشابه معادلات ساختاری همچون LISREL و AMOS نیاز به شرط کمتری دارد [۱۹]. مزیت اصلی PLS در این است که این نوع مدل‌یابی نسبت به لیزرل به تعداد کمتری از نمونه نیاز دارد، در واقع PLS محدودیت حجم نمونه ندارد و نمونه انتخاب شده می‌تواند برابر یا کمتر از ۳۰ باشد، که در این صورت نیز نتایج معتبر است [۱۳]. مزیت دیگر این روش متکی نبودن به فرض نرمال بودن جامعه است [۷]. مدل‌یابی PLS در دو مرحله انجام می‌شود:

(۱) مدل اندازه‌گیری از طریق تحلیل‌های روایی و پایایی و تحلیل عامل تأییدی بررسی شود.

۲) مدل ساختاری به وسیله برآورد مسیر بین متغیرها و تعیین شاخص‌های برازش مدل بررسی شود. نتایج آزمون مدل در قالب ضرایب مسیر همراه با آماره t روابط مرتبط با مسیرهای مدل در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲. معادلات ساختاری مدل مفهومی بر اساس ضرایب استاندارد شده

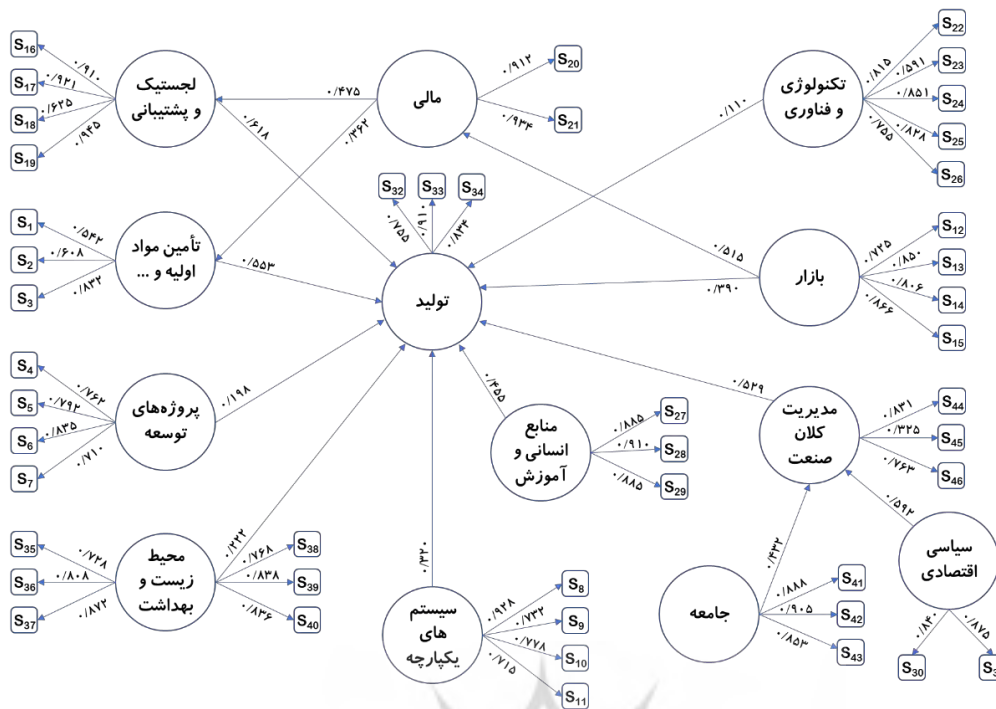
شکل ۲ در واقع همان مدل مفهومی رویکرد داده بنیاد است که در مرحله کمی پژوهش و با اخذ نظرات مخاطبین، اعتبار آن مورد سنجش قرار گرفت و سنجش‌های آن مورد تایید واقع شد.

ضرایب داخل متغیرها (دایره‌ها)، همان ضرایب R^2 ، ضرایب تبیین یا تعیین است و در واقع میزان تبیین آن توسط متغیرهای مستقل است. برای متغیرهای مستقل این ضریب صفر است. از شکل ۲ مشخص است که رابطه متغیرهای وابسته با مستقل قوی است به عبارتی درصد بالایی از متغیرهای وابسته توسط متغیرهای مستقل قابل تبیین است. (۰/۱۹ تبیین ضعیف، ۰/۳۳ متوسط و ۰/۶۷ قوی است).

ضرایب روی مسیرها یا همان بتای استاندارد، در واقع میزان تاثیری که یک متغیر مستقل بر متغیر وابسته بعدی میگذارد. با توجه به ضرایب مسیرها، عوامل علی، مداخله‌گر و پدیده محور دارای رابطه قوی با متغیرهای مکنون هستند و متغیر عوامل زمینه‌ای رابطه متوسط با متغیر مکنون پدیده محوری دارد. (دامنه ارتباطات بین متغیرهای مکنون ۱- تا ۱ است). در زیر به تفسیر و بررسی نتایج دیگر تحلیل داده‌ها در خصوص سؤالات پرسشنامه و زیر عوامل (شکل ۳) پرداخته می‌شود.

S_1 تا S_{46} سؤالات پرسشنامه مرحله کمی است که پس از اخذ نظرات مخاطبین و وارد کردن آنها در نرم افزار smart pls ضرایب معناداری آنها (t-value) محاسبه و در شکل فوق نوشته شده است.

با توجه به الگوی تفسیری در مدل‌سازی معادلات ساختاری، چنانچه مقدار آماره t مربوط به یک مسیر از ۱/۹۶ بزرگتر باشد می‌توان گفت که مسیر مربوطه در سطح ۹۵ درصد معنادار است و رابطه مربوط به آن مسیر تأیید می‌شود. در ادامه با توجه به اطلاعات حاصل از آزمون مدل (جدول مذکور) هر کدام از مسیرهای تحقیق به طور جداگانه بررسی می‌گردند.



شکل ۳. مدل مفهومی تحقیق در حالت ضرایب استاندارد شده (در مرحله کمی پژوهش)

جدول ۴. ضرایب ارتباط متغیرهای مستقل و وابسته

متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضرایب استاندارد شده	ضرایب معناداری	سطح معناداری
مدیریت مالی	لجستیک و زیر ساخت	۰/۴۷۵	۴/۱۷	تأیید رابطه
مدیریت مالی	میزان تأمین و تولید مواد اولیه	۰/۳۶۲	۳/۷۸	تأیید رابطه
میزان تأمین و تولید مواد اولیه	میزان تولید فولاد	۰/۵۵۳	۱۰/۵۹	تأیید رابطه
لجستیک و زیر ساخت	میزان تولید فولاد	۰/۶۱۶	۵/۱۷	تأیید رابطه
سلامت محیطی	میزان تولید فولاد	۰/۲۲۲	۲/۱۶	تأیید رابطه
صنعت کلان	میزان تولید فولاد	۰/۵۲۹	۶/۳۷	تأیید رابطه
تکنولوژی و فناوری	میزان تولید فولاد	۰/۱۱۹	۶/۲۱۲	تأیید رابطه
جامعه	صنعت کلان	۰/۴۳۷	۴/۲۰	تأیید رابطه
شرایط سیاسی و اقتصادی کشور	صنعت کلان	۰/۵۲۹	۶/۳۷	تأیید رابطه
مدیریت یکپارچه منابع، حامل‌های انرژی و مواد استراتژیک	میزان تولید فولاد	۰/۳۳۰	۲/۱۲	تأیید رابطه
آموزش	میزان تولید فولاد	۰/۴۵۵	۴/۴۲	تأیید رابطه
شرایط سیاسی و اقتصادی کشور	مدیریت بازار	۰/۶۰۹	۷/۲۶	تأیید رابطه
مدیریت بازار	میزان تولید فولاد	۰/۳۹۳	۲/۶۹	تأیید رابطه
مدیریت بازار	مدیریت مالی	۰/۵۱۹	۵/۳۲	تأیید رابطه

با توجه به جدول ۴ و ضرایب حاصل از محاسبات نرم افزار ضرایب استاندارد شده و ضرایب معناداری (عدد تی) مربوط به رابطه متغیرهای مستقل و وابسته، همگی از عدد ۱/۹۶ بزرگتر است. لذا در سطح اطمینان ۹۵ می‌توان

گفت که بین تمامی متغیرهای مستقل و وابسته مرتبط، رابطه معناداری وجود دارد و رابطه بین آنها تایید می‌شود. برای آزمون نیکویی برازش مدل از معیار GOF استفاده شده است که با محاسبات انجام شده مقدار این معیار ۰/۶۹۹ بدست آمده که نشان می‌دهد مدل از برازش قوی برخوردار است. شاخص‌های مهم دیگری مانند VOF و Sobel Test وجود دارد که برای محاسبه ضرایب تاثیر یک متغیر میانجی بر متغیر وابسته بکار گرفته می‌شود لیکن در پژوهش حاضر چون هدف ارائه مدل و بررسی روابط بوده و فرضیات جداگانه‌ای برای متغیرهای میانجی مطرح نشد تا محقق به تحلیل آن بپردازد بکار گرفته نشدند.

در مرحله اول تحقیق (مرحله کیفی)، مدل مفهومی استخراج و مورد تایید قرار گرفت. در مرحله دوم تحقیق نیز مدل مفهومی ذکر شده اعتبارسنجی شد و شکل‌های ۲ و ۳ که ضرایب مسیرها و بارها را نشان می‌دهند، صحت عوامل، زیر عوامل، شاخص‌ها و ضرایب اهمیت و تاثیر آنها را نشان می‌دهند. با استفاده از این عوامل، زیر عوامل و شاخص‌ها اقدام به طراحی جدول ۵ شده است. در این جدول و روبروی هریک از شاخص‌ها می‌توان وضعیت آنها را در صنعت فولاد مربوطه بررسی، ارزیابی و پیشنهادات بهبود لازم را ارائه نمود و در کل وضعیت کلی صنعت مزبور را سنجید. در واقع با بررسی این سیستم، جنبه‌های مختلف صنعت مانند وضعیت تولید، پروژه‌های توسعه، حمل و نقل، مصارف انرژی و مابقی مؤلفه‌های استخراج شده مدل را ارزیابی کرد و راه کار ارائه داد تا صنعت در مسیر توسعه پایدار به پیشرفت خود ادامه دهد. هر یک از مؤلفه‌ها، اهمیت و وزن خاصی در تحقق توسعه پایدار دارد و لذا با توجه به این ارزش و اهمیت آنها، می‌توان با اتخاذ راه کارها و استراتژی‌هایی بهبود و تحقق توسعه پایدار را تضمین نمود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

عوامل موثر بر توسعه پایدار صنعت فولاد و آهن بمنظور دستیابی به یک الگوی مطلوب، شامل مفاهیم و مقوله‌هاست که براساس نوع و چگونگی تاثیر و روابط علی با یکدیگر در ۶ مقوله شرایط علی، پدیده محوری، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها دسته‌بندی می‌گردند [۲۳]. شاخص‌ها از منابع نظری، پیشینه پژوهش‌های مشابه، اسناد بالادستی، سمپوزیوم‌های صنعت فولاد و آهن در قالب سمینارها و سخنرانی‌های تخصصی و مصاحبه با خبرگان متخصص صنعت و دانشگاه استخراج شده است. که جمعاً ۳۳۷ شاخص است. تعداد مؤلفه‌ها و مفاهیم استخراج شده تحقیق به ترتیب: مفاهیم نظری ۱۱ مقوله و ۱۳۹ مفهوم، نظرات خبرگان ۱۲ مقوله و ۱۱۴ مفهوم، تحقیقات پیشین ۸ مقوله و ۵۰ مفهوم، و اسناد بالادستی ۱۰ مقوله و ۳۴ مفهوم است. با بکارگیری نرم افزار مکسدا و نظرات خبرگان، بعد از پالایش مفاهیم و مقوله‌ها براساس درجه اهمیت و تکراری بودن و همچنین دسته‌بندی آنها از نظر نحوه تاثیرگذاری و روابط علی، جمعاً به ۶ طبقه و ۱۳ مقوله و ۴۶ شاخص خلاصه شده‌اند.

این یافته‌ها با نتیجه تحقیقات پیکانپور فرد و همکاران [۲۵]، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آثار و پیامدهای محیط زیستی طرح‌های توسعه فولادی (مطالعه موردی: مجتمع فولاد مبارکه اصفهان)» گروه تحقیق و توسعه و محیط‌زیست، شرکت مهندسی بین‌المللی فولاد، مدنی و همکاران [۲۰]، در بررسی تحت عنوان «ارزیابی اثرات زیست‌محیطی کارخانجات فولاد تیام گیلان با استفاده از روش RIAM اصلاح شده- مطالعه موردی فولاد تیام در استان گیلان»، درون‌پرور [۴]، در پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی عملکرد صنایع تولید آهن و فولاد براساس شاخص‌های موثر بر توسعه پایدار آن به روش تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی در محیط فازی»، رن و همکاران [۲۹] در پژوهشی تحت عنوان «مسیر توسعه بهینه تکنولوژیک جهت کاهش آلودگی و بازسازی صنعت آهن و فولاد برای انتقال پایدار»، شعبان و شفران [۳۱] در پژوهشی تحت عنوان «انتخاب شاخص‌های توسعه پایدار برای ارزیابی تولید برق در کشور مصر»، لونگ و همکاران [۲۰] در شناخت «سیستم ارزیابی پایداری برای صنعت آهن و فولاد

کشور چین»، پان و همکاران [۲۴] در «ارزیابی پایداری صنعت فولاد چین با استفاده از متدولوژی ادغام شده»، شباهت دارد. همچنین با تحقیق دهقان نیری و شاپوری [۲۳] در تحقیق «ارائه مدل توسعه پایدار صنعت فولاد کشور با رویکرد ترکیبی ای ان پی و آی اس ام شباهت بیشتری نسبت به پژوهش‌های دیگر دارد. تحقیقات ذکر شده بصورت جامع تمامی مؤلفه‌ها و مفاهیم توسعه پایدار صنعت آهن و فولاد در کشور را در بر نمی‌گیرد همچنین پژوهش‌های مذکور بصورت مطالعه موردی و بصورت جداگانه در برخی از استانهای کشور اجرا شده‌اند و لذا نتایج خاص آن استان و صنعت موجود در آن است و فقط برخی از مقوله‌ها در مدل در نظر گرفته شده است. در حالی که در مدل ارائه شده علاوه بر جامعیت آن، به شکل مشخص یکی از صنایع مهم توسعه کشور که همان صنعت آهن و فولاد است را مورد بررسی قرار داده است. در جدول ۵ پژوهش جاری و پژوهش‌های گذشته را از جنبه‌های مختلف مقایسه کرده است.

جدول ۵. مقایسه پژوهش جاری و پژوهش‌های گذشته در خصوص توسعه پایدار از جنبه‌های مختلف مدل پژوهش

پارامترهای مدل	پژوهش جاری	پژوهش‌های گذشته
معیارهای اصلی مدل	با مصاحبه با خبرگان دانشگاه و صنعت و مطالعه منابع و مراجع مرتبط، اغلب مؤلفه‌ها و پارامترهای اصلی توسعه پایدار صنعت آهن و فولاد شناسایی شده‌اند	در مطالعات صورت گرفته برخی از معیارهای اصلی توسعه پایدار در صنعت آهن و فولاد استخراج شده است
زیر معیار معیارهای اصلی	با توجه به استخراج مؤلفه‌های اصلی در بخش قبلی، زیر معیارها با سهولت و با پوشش حداکثری مدل شناسایی شده‌اند.	با توجه به عدم شمول و جامعیت معیارهای مرحله پیشین، زیر عوامل آنها نیز به طبع کامل پیش بینی نشده بودند
مفاهیم یا شاخص‌های مدل	۴۶ شاخص مهم این صنعت استخراج و بکار گرفته شد. و اکثریت فعالیت‌هایی که در زمینه توسعه پایدار صنعت باید انجام شود را در بر دارد	تعداد شاخص‌های استخراج شده محدود و مرتبط کامل با این صنعت است
روش پژوهش بکار رفته جهت استخراج مدل	این پژوهش در دو مرحله کیفی و کمی انجام گرفته است در مرحله کیفی از رویکرد بسیار قدرتمند داده بنیاد استفاده شده است. در این خصوص علاوه بر بهره‌گیری از منابع در دسترس، با افراد خبره دانشگاه و صنعت (مدیران ارشد صنعت با سابقه مرتبط و همچنین اساتید دانشگاه که سابقه کار در صنعت) مصاحبه به عمل آمد. همچنین در مرحله کمی که بمنظور اعتبار سنجی مدل انجام شد، از نظر و اطلاعات تعداد کثیری از افراد تأثیر گذار و تصمیم گیرنده بر صنعت آهن و فولاد استفاده شد.	روش پژوهش جامع و کامل و همچنین مرتبط کامل با صنعت فولاد استخراج نشده است.
میزان ارتباط پژوهش با صنعت آهن و فولاد	پژوهش انجام شده و مدل بدست آمده بطور کامل با صنعت آهن و فولاد مرتبط است و در همین صنعت نیز به کار گرفته خواهد شد.	ارتباط و کاربرد مدل‌های استخراج شده در این پژوهش‌ها نیمه مرتبط و یا غیر مرتبط با این صنعت بوده است
جامعه آماری	تمامی صنعت آهن و فولاد کشور (بخش دولتی و خصوصی)	محدودتر و در حد افراد خبره یا کارکنان یکی از صنایع غیر فولادی

محدودیت‌ها و پیشنهادهای

- محدودیت‌ها در بخش کیفی و کمی پژوهش وجود داشته که در زیر به اهم آنها اشاره می‌شود:
- کمبود پژوهش‌های تخصصی مرتبط با موضوع توسعه پایدار در صنعت آهن و فولاد کشور
 - مشغله بسیار بالای متخصصین و خبرگان حوزه صنعت و دانشگاه و دسترسی محدود به آنان

- تخصص غیر جامع مصاحبه شوندگان به تمامی موضوعات توسعه پایدار
- بالا بودن تعداد متغیرها و پیچیدگی و وسعت صنعت مورد مطالعه
- **پیشنهادها.** پیشنهاد می‌شود که جهت بهتر کردن پژوهش و مدل پیشنهادی:
- مدل استخراج شده را برای صنایع مختلف آهن و فولاد کشور جداگانه بررسی و الگوی متناسب با آنها را ارائه نمود. به عبارتی دیگر بومی‌سازی برای شرکتهای خاص فولادی صورت پذیرد.
- الگوی تحقیق نیز برای صنعت معدن و تولیدکنندگان مواد استراتژیک که از بخش‌های مهم زنجیره تامین فولاد به حساب می‌آیند لیکن موضوع پژوهش نبوده، را نیز میتوان اصلاح و بومی کرد.
- پژوهشی برای ارائه مدل مطلوب جهت توسعه پایدار زنجیره تامین فولاد انجام شود که وظایف تخصصی آن، پرداختن به مقوله‌ی تامین باشد.



منابع

1. Abbaspour, M. (2013). Thr book: Energy, environment and sustainable development. prentice: Tehran, Sharif University, in persian, ISBN No: 9789647982856.
2. Alvani, S., & Danaeifar, H. (2019). The book of qualitative research methodology in management - a comprehensive approach, Saffar Publishing, 108
3. Arefi, S., & Ardakani, A. (2017). Designing a Sustainable Supply Chain Model with Fuzzy DEMATEL Approach and System Dynamics in Steel Industries of Yazd Province. Paper presented at the Comprehensive Conference on Management and Accounting Sciences, Tehran University, in persian.
4. Daronparvar, D. (2017). Evaluating the performance of iron and steel industries based on indicators affecting its sustainable development by hierarchical decision making in fuzzy environment. Islamic Azad University, Firooz Kooh Branch, 15-28, in persian.
5. Ghadimit, P., Wang, C., & Lim, M.K. (2019). Resources, conservation & recycling Sustainable supply chain modeling and analysis : Past debate, present problems and future challenges. Resour. Conserv. Recycl. 140, 72-84. doi:10.1016/j.resconrec.2018.09.005.
6. Govindan, K., Seuring, S., Zhu, Q., & Azevedo, S. G. (2016). Accelerating the transition towards sustainability dynamics into supply chain relationship management and governance structures. Journal of Cleaner Production, 112, Part 3, 1813-1823.
7. Hair, J. F, Andersojn, R. E., Tatham, R. L., & Black, W.C. (1998). Multivariate Data Analysis. Upper Saddle River. Prentice Hall
8. Henseler, J, Ringle, C, M., & Sinkovics, R. (Eds). (2009). Advances international marketing, 20, 277-319
9. He, K., & Wang, L. (2017). A review of energy use and energy-efficient technologies for the iron and steel industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 1022-1039.
10. Introvert, D. (2017). Evaluating the performance of iron and steel industries based on the indicators affecting its sustainable development by hierarchical decision making in fuzzy environment. *Islamic Azad University, Firooz Kooh Branch*, 15-28.
11. James, P., Magee, L., Scerri, A., & Steger, M. B. (2015). Urban Sustainability in Theory and Practice: Circles of Sustainability. London: Routledge
12. Jing W., & Jun, D. (2018). Sustainable supply chain management practices and performance, *Industrial Management & Data Systems*, 118(1), 2-21, <https://doi.org/10.1108/IMDS-12-2016-0540>
13. Kates, R. W. (2018). What is sustainable developmen.
14. Kalhor, M. (2015). Sustainable development to participate people in planning and design cities. In: 2th international congress for archetec, structure and city development, Tabriz, (in Persian)
15. Khaki, G. (2020). Research method (with dissertation approach) book, Foojan Publishing, ISBN 978-600-93621-0-3: 29
16. Lee et al. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry, *Expert Systems with Applications* 36, 7917-7927.
17. Lin, B., & Wang, X. (2015). Carbon emissions from energy intensive industry in China: Evidence from the iron & steel industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 746-754.
18. Liljander, V, Polsa, P., & Van Riel, A. (2002). Modeling consumer responses to an apparel store brand store image as a risk reducer, *Journal of Retailer and Consumer Services*, 16(4), 281-290.
19. Long, Y., Pan, J., Farooq, S., & Boer, H. (2016). A sustainability assessment system for Chinese iron and steel firms. *Journal of Cleaner Production*, 125, 133-144.

20. Madani, S., Malmasi, S., & Nazakati, R. (2017). Environmental impact assessment of tiam steel factories in guilan using modified RIAM Method - A Case Study of Tiam Steel in Guilan Province. *Environmental Science and Technology*, 19 (4). (in persian)
21. Mohammadpour, A. (2013). *Anti-Method Qualitative Research Method*: Tehran: Sociologists. (in persian)
22. Mohseni, M., Ashjari, B., & Sharifi, E. (2012). Achieving sustainable supply chain goals by combining network analysis process and mathematical modeling with the aim of developing quality performance in a fuzzy environment, Tafresh University, Central Tehran, Faculty of Geometry Master's Thesis, Industrial Engineering, Industrial Orientation
23. Nayeri, D., & Shapoori, S. (2019). Presenting a model of sustainable development of steel industry with ISM-ANP combined approach, *Organizational Resource Management Research*, 9(1), 93-114.
24. Pan, H., Zhang, X., Wu, J., Zhang, Y., Lin, L., Yang, G., & Qi, H. (2016). Sustainability evaluation of a steel production system in China based on emergy. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1498-1509.
25. Peykan Pourfard, P., Mohammad shafii, M., Peykan Pourfard, N., & Yazdani Fard, S. (2018). *Environmental Impact Assessment of Steel Industry Development Projects Case Study: Cold Rolling of Mobarakeh Steel Complex*. Paper presented at the National Conference on New Findings in Civil Engineering, Najafabad, Islamic Azad University, Najafabad Branch, in persian.
26. Pourmehdi, M., Paydar, M. M., & Asadi Gangarj, E. (2019). *12th International Conference of the Iranian Association for Operations Research*: Babolsar, in persian
27. Powell, G. Bingham. (2000). Elections as Instruments of Democracy: Majoritarian and Proportional Views. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
28. Reed, K.K., Lubatkin, M., & Srivivasan, N. (2006). Proposing and testing an intellectual capital based,view of the firm”, *Journal of Management*, 43(4), 867-893.
29. Ren, M., Xu, X., Ermolieva, T., Cao, G-Y., & Yermoliev, Y. (2018). The optimal technological development path to reduce pollution and restructure Iron and Steel Industry for Sustainable Transition. *Int J Eng Sci* 7(73), 100-105
30. Rezaei, M., Heidari, K., & Yaghoubi Manzari, P. (2017). Identification of industrial investment priorities in Iran with emphasis on value added growth, *Quarterly Journal of Economic Modeling*, 11(3), 111-135
31. Shaaban, M., & Scheffran, J. (2017). Selection of sustainable development indicators for the assessment of electricity production in Egypt. Elsevier, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 22, 65-73.
32. Singh, R. K., Murty, H., Gupta, S., & Dikshit, A. (2007). Elsevier, Development of composite sustainability performance index for steel industry. *Ecological Indicators*, 7(3), 565-588.
33. Sibel Yildiz Çankaya, Bulent Sezen. (2019) "Effects of green supply chain management practices on sustainability performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1): 98- 121, <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0099>
34. Soltani Pour, F., & Damari, B. (2017). The situation of sustainable development in Iran. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research*, 14(4), 1-14, in persian.
35. Strauss, A., & Carbine, J. (2015). Principles of qualitative research of techniques and stages of the production of the underlying theory. Ebrahim Afshar., Tehran: Nei Publishing. (in persian)
36. Tao L., Ang, L., & Xiaopeng, G. (2020). Elsevier, *Energy* 212(2020) 118694, The sustainable development-oriented development and utilization of renewable energy industry, A comprehensive analysis of MCDM methods