



نگاهی به وضعیت موجود آهن و ضرورت اکتشاف آن در کشور

ملیحه سادات فاضلی^۱، سید مهران حیدری^۲، ناهید اسدی^۳

۱- کارشناس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، m82.fazeli@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی پژوهشکده علوم زمین، sm.heidari@gmail.com

۳- کارشناس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، na.asadi@gmail.com

چکیده:

صنعت آهن و فولاد از جمله صنایع کلیدی و مادر محسوب می شود که با توجه به سهم آن در حمل و نقل، ساختمان، ماشین آلات و دیگر صنایع تولیدی، سرانه مصرف آن به عنوان شاخصی از توسعه یافتگی محسوب و نقش بسزایی در رشد و توسعه صنعتی کشورها دارد. در سال ۲۰۲۱، ایران با دارا بودن حدود ۳ میلیارد تن ذخایر شناسایی شده آهن و سهم ۱,۵ درصدی از ذخایر آهن در مقام هشتم جهان، و با تولید ۳۵ میلیون تن و سهم ۲,۲ درصدی در رتبه نهم تولید سنگ آهن در جهان قرار گرفته است. همچنین با تولید حدود ۲۸,۵ میلیون تن فولاد خام در رتبه دهم جهان قرار داشته است. در چهار دهه اخیر در کشور بالغ بر ۱۵۰ میلیون تن فولاد خام تولید و ۲۰۰ میلیون تن فولاد مصرف شده است. این مسئله نشانگر تأثیر عظیم صنعت فولاد بر رشد و شکوفایی کشور می باشد. یکی از برنامه‌های توسعه صنعت فولاد کشور رسیدن به تولید ۵۵ میلیون تن در سال ۱۴۰۴ است. برای تحقق تولید ۵۵ میلیون تن فولاد خام در افق ۱۴۰۴ نیاز به استخراج سالانه ۱۶۲ میلیون تن سنگ آهن (سنگ معدن بصورت کلوخه) که در این صورت اگر همین روند ادامه پیدا کند حدود ۳۲ میلیون تن کمبود خواهیم داشت. با توجه به ذخیره قطعی سنگ آهن کشور که حدود ۳ میلیارد تن برآورد شده است، تحقق تولید ۵۵ میلیون تن فولاد خام در افق ۱۴۰۴ موجب اتمام ذخایر سنگ آهن حدود ۱۴ سال بعد از افق ۱۴۰۴ خواهد شد که عدم انجام اکتشافات جدید و جایگزینی ذخایر سنگ آهن مصرف شده باعث از بین رفتن پشتوانه تامین مواد اولیه مورد نیاز کارخانجات وابسته به فولاد می شود. یکی از شاخصه‌های مهم در این زمینه شاخص نسبت ذخیره به تولید است. در این شاخص متوسط جهان ۱۱۰ و برای ایران ۷۷ میلیون تن محاسبه شده است به این معنا که با پشتوانه نامناسبی (کمتر از متوسط جهانی) تولید می کنیم

واژه های کلیدی: آهن، فولاد، اکتشاف، ذخیره، مصرف، توسعه

مقدمه:

آهن به عنوان پرمصرف‌ترین و کاربردی‌ترین فلز برای بشر شناخته می‌شود که تقاضا برای آن هرگز پایان نمی‌یابد. بنابراین، نیاز به استخراج و تولید آهن، یک نیاز همیشگی است؛ تولید و مصرف فولاد امروزه، به عنوان شاخصی از توسعه یافتگی محسوب و نقش بسزایی در رشد و توسعه صنعتی کشورها دارد [1]. میزان کنونی ذخایر سنگ آهن در جهان که آماده بهره برداری هستند بالغ بر ۱۶۰ میلیارد تن است. سنگ آهن بر حسب میزان عیار آهن و مقدار مواد تشکیل دهنده مطلوب یا زائد آن در کیفیت های مختلف در بازار به فروش می رسد. ضریب نهایی تبدیل سنگ آهن به فولاد در حدود ۲,۵۶ است یعنی بمنظور تولید ۱ میلیون تن فولاد، نیاز به ۲,۵۶۰ میلیون تن سنگ آهن داریم. این ضرایب برای تبدیل کلسانتره و یا گندله به فولاد ۱,۶۶ و برای تبدیل آهن اسفنجی به فولاد ۱,۱۴ است [1]. با توجه به استفاده روز افزون از معادن سنگ آهن و افزایش تقاضای مصرف جهانی، میزان عرضه سنگ آهن مرغوب نیاز بازار را برآورده نمی سازد و از طرف دیگر با توجه به رقابت جهانی در تولید ارزان تر، برای افزایش عیار سنگ هائی که دارای مقدار کمی آهن هستند باید سنگ آهن مصرفی را حتی الامکان تغلیظ نمود □ با توجه به جایگاه ویژه فولاد در اقتصاد و صنعت هر کشور به عنوان یک کالای استراتژیک و یکی از فاکتورهای مورد توجه در زمینه شاخص توسعه یافتگی کشورهای جهان، سرمایه گذاری های مختلف در زمینه توسعه این صنعت و زیر ساختهای آهن و فولاد صورت گرفته است. استخراج سنگ آهن و بازار فروش آن با توجه به تولید فولاد در نیم قرن گذشته دستخوش تغییر و تحولات زیادی



شده است [6]. طالععات انجام شده روی ذخایر آهن کشور نشان می دهد، مقدار و حجم ذخایر کشور در سالهای اخیر تغییر چندانی نکرده، از این رو بر آن شدیم تا با بررسی و مقایسه وضعیت فولاد در ایران و جهان نقش اکتشاف در آینده این صنعت را بررسی کنیم.

مروری مختصر بر زمین شناسی آهن در ایران و جهان

برای کانسارهای آهن دسته بندی های متفاوتی ارائه شده که یکی از ساده ترین و ابتدائی ترین آنها مربوط به کسلر (۱۹۹۴) است. کسلر کانسارهای آهن را بر اساس محیط تشکیل به سه دسته ماگمایی، گرمایی و رسوبی تقسیم کرده است. پس از آن تقسیم بندیهای متفاوتی ارائه شده است و تیپ های جدیدی نیز معرفی شده اند. از جمله این تیپ کانسارها، میتوان موارد زیر را نام برد. کانسارهای آهن ماگمایی، کانسارهای اسکارنی، کانسارهای آتشفشانی-رسوبی، کربناتیت های آهن دار، سنگ آهن یا آهن اولیتی، لاتریت های آهن، کانسارهای آهن باتلاقی، نهشته های آهن پلاسری، کانسارهای آهن آبراهه ای (CID)، سازندهای آهن نواری (BIF)، کانسارهای آهن-مس-طلا_ اورانیوم - عناصر نادر خاکی (IOCG). مهمترین کانسارهای رسوبی آهن عبارتند از: آهن نواری، آهن آلئیتی و آهن مردابی. این سازندها شامل لایه های متناوب نازک تا متوسط از اکسید آهن (مگنتیت، هماتیت و لیمونیت)، کربنات آهن (سیدریت)، سیلیکات آهن (کلریت، اموزیت، گرینالیت و نظایر آن) و گاهی همراه با سولفید [12]

زمین شناسی آهن در ایران

آهن از فلزهایی است که کانسارهای آن منحصر به دوره ی خاصی از پیدایش و شکل گیری پوسته ی زمین نبوده و تقریباً در همه ی دوره های زمین شناسی یافت می شوند. هر چند بیشترین ذخایر شناخته شده ی آهن مربوط به پرکامبرین هستند، اما ذخایر پالئوزوئیک، مزوزوئیک و تریاری نیز در بیشتر جاهای دنیا چشمگیر است. کانسارهای آهن در ایران زمین نیز منحصر به دوره خاصی از تاریخ زمین ساختی ایران نیست، به گونه ای که با پیدایش و شکل گیری پوسته ایران در پروتروزوئیک پسین و عملکرد و ادامه فعالیت های زمین ساختی - ماگمایی تاکنون، کانی سازی آهن به موازات آنها رخ داده است. روند این کانی سازی ها، از پروتروزوئیک پسین تا میوپلیوسن در ایران قابل پیگیری است. قابل توجه است که ذخایر نهشته شده در پروتروزوئیک پسین - کامبرین پیشین، از زمانهای دیگر نمود بسیار آشکارتری دارند. بزرگترین معادن آهن دنیا برحسب ذخیره و عیار در جدول ۱ نشان داده شده است. معدن کاراجاس در برزیل با ذخیره ۷/۲ میلیارد تن و متوسط عیار ۶۶ درصد در رتبه اول قرار گرفته است. نکته قابل توجه اینکه از میان ۱۰ معدن بزرگ آهن در جهان، ۵ معدن متعلق به کشور برزیل و سه معدن متعلق به کشور استرالیا به عنوان بزرگترین تولید کننده آهن در جهان است که البته معدن کشور استرالیا، در رتبه های هفتم به بعد در این رده بندی قرار گرفته اند [7].



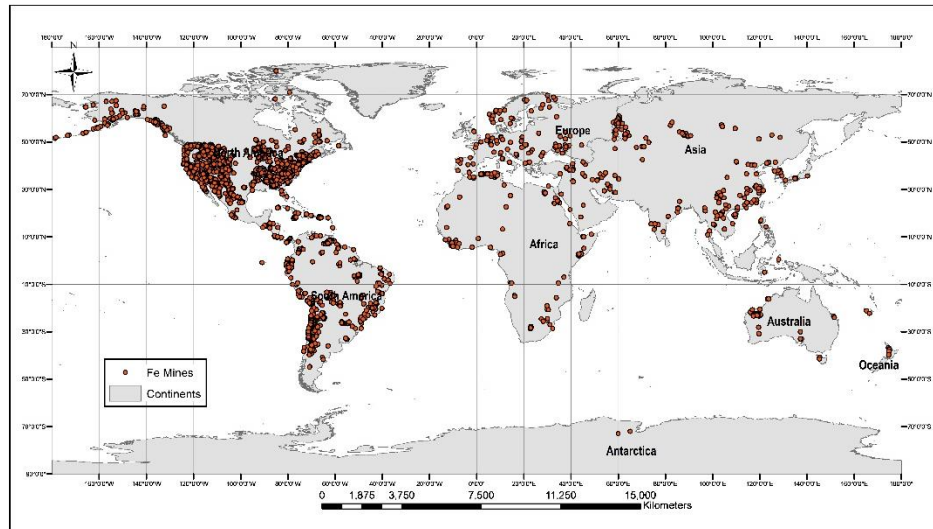
جدول ۱- ۱۰ معدن بزرگ آهن در جهان بر اساس تناژ و عیار

ردیف	نام معدن	کشور	مالک یا مالکین	میزان ذخیره (میلیارد تن)	عیار متوسط (درصد)
۱	کاراجاس	برزیل	واله	7.27	66
۲	سامارکو آلگربا	برزیل	بی اچ پی بیلیتون و واله	2.97	40
۳	میناس ایتابیریتوس	برزیل	واله	2.78	42
۴	وارگم گراند	برزیل	واله	2.53	46
۵	زاناگا	کنگو	گلنکور اکسترانا و شرکت زاناگا آبرون اور	2.50	34
۶	سیماندو	چینه	ریوتینتو و شرکت آلومینیم چین (CHALCO)	1.84	65
7	چیچستر هاب	استرالیا	فورتسکیو متال گروپ (FMG)	1.51	57.6
8	میناس ریو	برزیل	آنکلو آمریکن	1.45	38.7
9	کارارا	استرالیا	کارارا ماینینگ لیمیتد (KML)	0.955	36.4
10	هامرزیلی	استرالیا	ریوتینتو	0.56	62

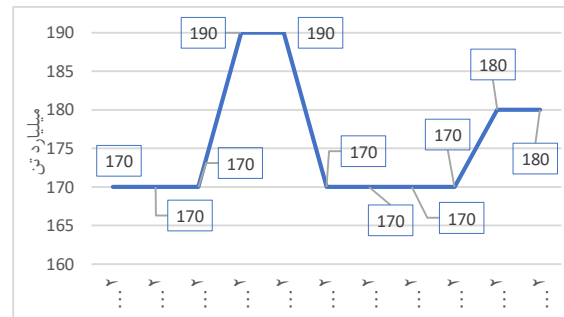
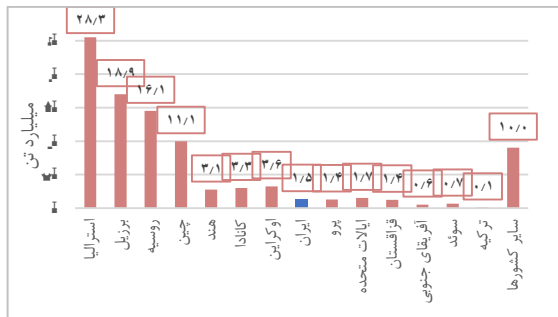
<http://www.mining-technology.com>

ذخایر و تولیدات آهن در جهان و ایران

میزان ذخایر آهن در دنیا در دهه اخیر روند افزایشی داشته بطوریکه از ۱۷۰ میلیارد تن در سال ۲۰۱۱ به ۱۸۰ میلیارد تن در سال ۲۰۲۱ ارتقا یافته است. همچنین بر اساس داده های موجود، کشور استرالیا بیشترین ذخایر آهن جهان را در خود جای داده که این ذخایر حدود ۵۱ میلیارد تن عنوان شده است. پس از استرالیا، برزیل، روسیه و چین به ترتیب با ۲۹،۳۴ و ۲۰ میلیارد تن در رتبه های دوم تا چهارم قرار دارند. ایران با دارا بودن ۲،۷ میلیارد تن ذخایر شناسایی شده آهن و سهم ۱،۵ درصدی از ذخایر آهن در مقام هشتم جهان، جای گرفته است [9].

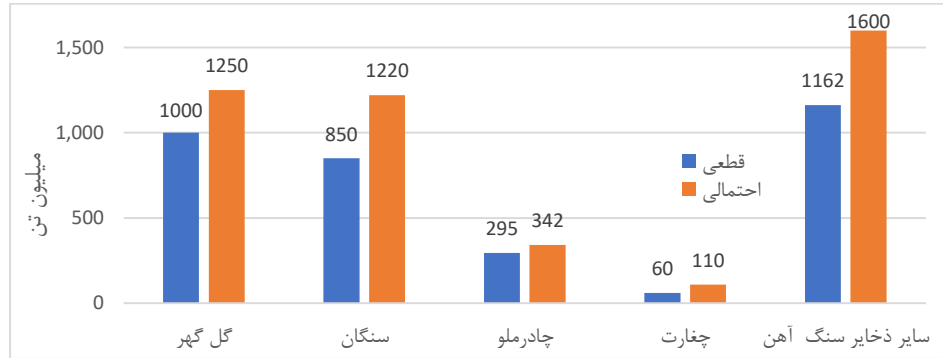


شکل ۱- نقشه پراکندهی ذخایر و معادن آهن در جهان در سال ۲۰۲۰ (metalworldinsight.com)



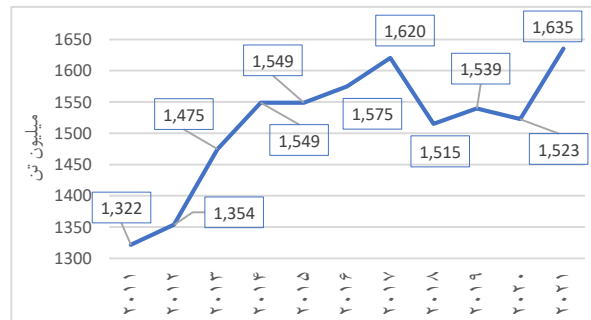
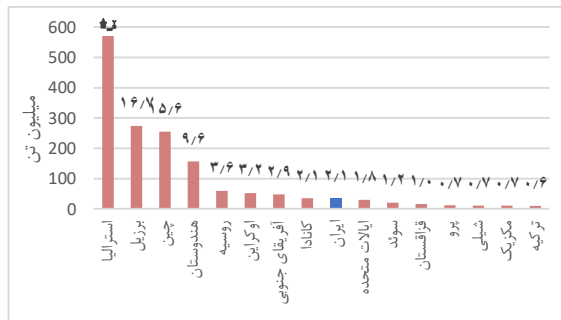
نمودار ۱- روند تغییرات ذخیره آهن در جهان در بازه زمانی ۱۰ ساله و میزان و سهم کشورها برتر در سال ۲۰۲۱ (USGS, 2012-2022)

براساس آخرین بررسی های انجام شده میزان ذخایر قطعی و احتمالی سنگ آهن ایران به ترتیب بالغ بر ۳ میلیارد تن و ۴٫۵ میلیارد تن برآورد شده است. عمده این ذخایر در ۳ استان خراسان جنوبی، یزد و کرمان قرار دارد. بر اساس داده های سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی (ایمیدرو)، در حال حاضر عمده ذخایر احتمالی سنگ آهن ایران به ترتیب در گل گهر به میزان ۱ میلیارد و ۲۵۰ میلیون تن، سنگان به میزان ۱ میلیارد و ۲۲۰ میلیون تن، چادرملو به میزان ۳۴۲ میلیون تن و چغارت به میزان ۱۱۰ میلیون تن قرار دارد. میزان ذخایر احتمالی سنگ آهن ایران در سایر مناطق نیز بالغ بر ۱ میلیارد و ۶۰۰ میلیون تن برآورد می شود. همچنین از نظر ذخایر قطعی گل گهر با ۱ میلیارد تن در صدر قرار داشته و سنگان با ۸۵۰ میلیون تن، چادرملو با ۲۹۵ میلیون تن و چغارت نیز با ۶۰ میلیون تن رده های بعدی را به خود اختصاص داده اند. سایر ذخایر قطعی سنگ آهن نیز بالغ بر ۳۸۰ میلیون تخمین زده می شود [2].

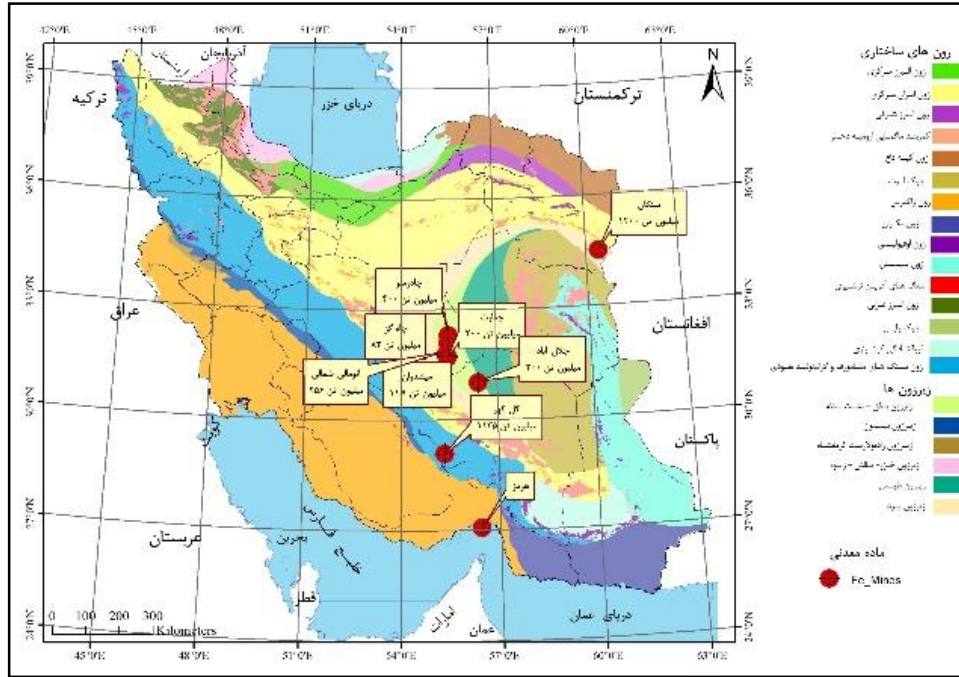


نمودار ۲- مقایسه ذخایر قطعی و احتمالی معادن بزرگ سنگ آهن کشور (IMIDRO, 2021)

میزان تولیدات آهن در دنیا در دهه اخیر نیز روند افزایشی داشته و از ۱,۳ میلیارد تن در سال ۲۰۱۱ به بیش از ۱,۶ میلیارد تن در سال ۲۰۲۱ ارتقا یافته است. بزرگترین تولیدکنندگان سنگ آهن در جهان کشورهای استرالیا، برزیل و چین هستند. استرالیا در سال ۲۰۲۱ به تنهایی حدود ۳۵ درصد از تولیدات جهانی (بیش از ۵۷۱ میلیون تن) را در اختیار داشته و کشورهای برزیل و چین به ترتیب با ۲۷۳ و ۲۵۵ میلیون تن تولید (معادل با ۱۶,۷ و ۱۵,۶ درصد از مجموع تولید جهان) در جایگاه دوم و سوم قرار گرفته‌اند. کشور ایران در این سال با تولید ۳۵ میلیون تن و سهم ۲,۲ درصدی، با یک پله سقوط نسبت به سال قبل، رتبه نهم تولید سنگ آهن در جهان را به خود اختصاص داده است [10].

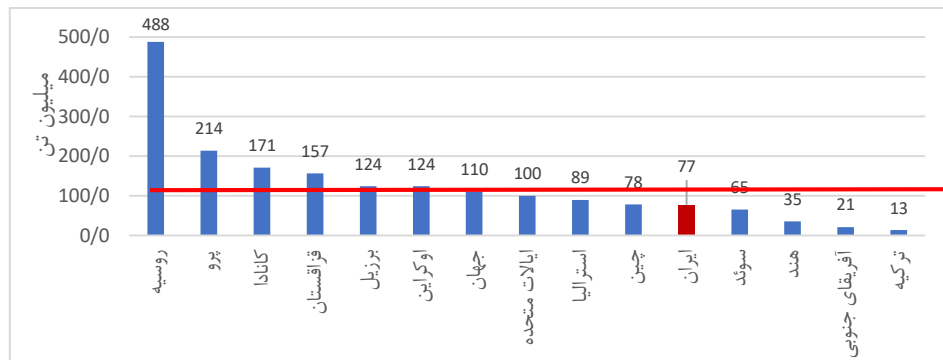


نمودار ۳- روند تولید آهن در جهان در بازه زمانی ۱۰ ساله و میزان و سهم کشورهای برتر در سال ۲۰۲۱ (WMD, 2013-2023)



شکل ۲- نقشه موقعیت معادن بزرگ مقیاس آهن در کشور

یکی از شاخص‌های مهم در این زمینه شاخص نسبت ذخیره به تولید است که در این زمینه کمک زیادی برای مقایسه با سایر کشورهای طراز اول از نظر ذخایر و تولید آهن در جهان باشد. همانطور که در نمودار زیر آمده است کشور روسیه با رقم ۴۸۸ میلیون تن رتبه اول در این شاخص را داراست، به این معنا که به ازای هر میلیون تن استخراج و تولید آهن ۴۸۸ میلیون تن ذخیره پشتوانه این تولید می‌باشد. کشورهای پرو، کانادا و قزاقستان به ترتیب با ۲۱۴، ۱۷۱ و ۱۵۷ در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار گرفته‌اند. عدد این شاخص برای متوسط جهان ۱۱۰ و برای ایران ۷۷ است. ایران در رتبه ۱۱ این شاخص قرار گرفته است. این بدان معناست که ایران در این شاخص پایین‌تر از متوسط جهانی قرار دارد و تولید آهن در کشور پشتوانه مناسبی ندارد و اگر همین روند ادامه پیدا کند برای سالهای آینده با مشکلات زیادی مواجه خواهیم بود.

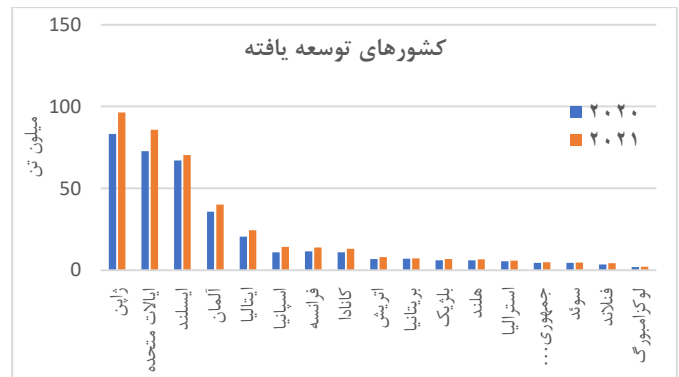
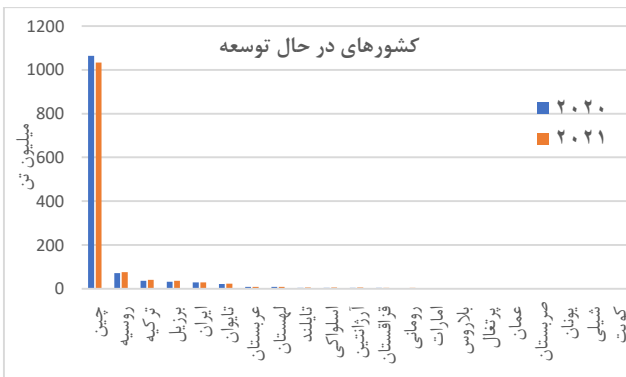
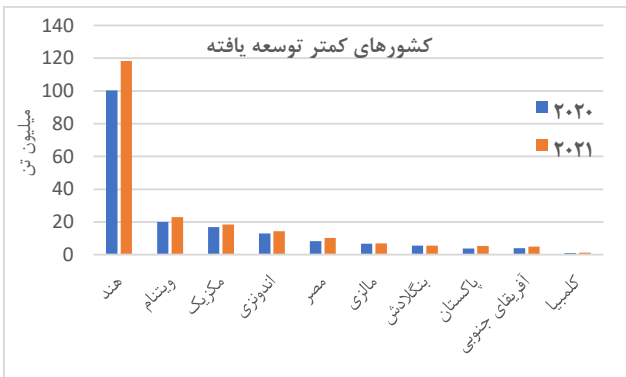


نمودار ۴- نسبت ذخیره به تولید در کشورهای تولید کننده آهن (WMD, 2013-2023)-(USGS, 2012-2022)



شاخص توسعه یافتگی بر اساس تولید فولاد در جهان

مطالعات در زمینه تولید فولاد در جهان نشان می دهد، سهم کشورهای پیشرفته در تولید فولاد طی دهه گذشته کاهش یافته و به کشورهای خاورمیانه، آسیا و سایر کشورهای اروپایی واگذار شده است. یکی از مهم ترین دلایل کاهش و افزایش سهم ها، استراتژی بلند مدت کشورهای پیشرفته مبنی بر انتقال فناوری فولاد به کشورهای دارای منابع انرژی است. از این رو، کشورهای پیشرفته به سمت سرمایه گذاری در بخش هایی از صنعت فولاد مانند فولادهای آلیاژی، کیفی و محصولات نهایی جدید حرکت کرده اند که انرژی ببری و آلایندهی کمتری دارند و ارزش افزوده بیشتری تولید می کنند. از سوی دیگر، بحران مالی جهان و بحران منطقه یورو نیز بر شدت این کاهش افزوده است [1].



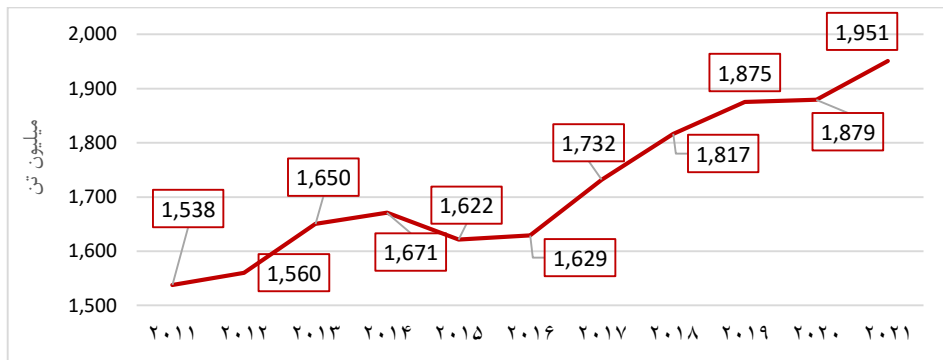
نمودار ۵-مقایسه میزان تولیدات فولاد در کشورها براساس شاخص توسعه یافتگی، Steel statistical in Figures, 2023

وضعیت فولاد در کشور

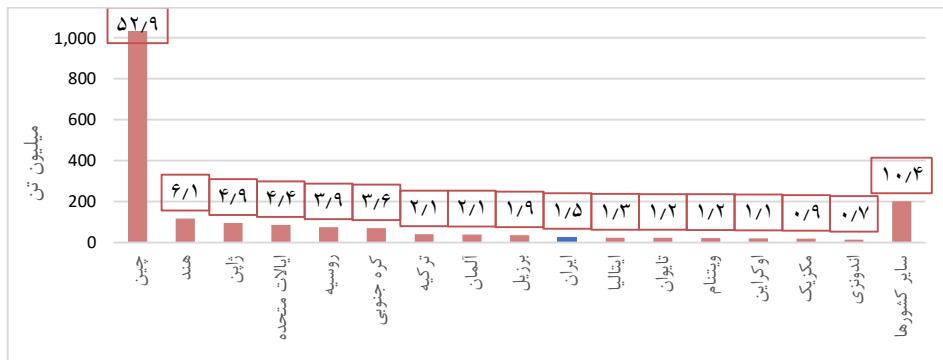
فولاد یکی از پر مصرف ترین فلزات جهان است که به دلیل کاربرد آن در صنایع نظامی، خودرو، ساختمان سازی و... به عنوان یک محصول استراتژیک شناخته می شود و همواره کشورهای متعددی به دنبال تولید این ماده ارزشمند هستند. در ایران نیز سابقه تولید فولاد به بیش از پنجاه سال می رسد و شرکت های مختلفی در این حوزه به وجود آمده اند. از آنجا که فولاد در زندگی انسان امروز کاربردهای گسترده ای دارد، مطالعه و بررسی زنجیره تولید آن نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. منظور از زنجیره تولید فولاد، در واقع عبارت است از چرخه ای که طی آن، مواد اولیه تولید فولاد اکتشاف و استخراج شده و به محصولات نهایی مانند کنسانتره، گندله، آهن اسفنجی، تیر آهن، شمش و سایر محصولات تبدیل می شوند.



کشور ما ایران دارای معادن غنی و متعدد سنگ آهن بوده و صنایع تولید کننده فولاد نیز در آن فعالیت می کنند. بنابراین به لحاظ تأمین مواد اولیه و نیز کارخانه های تولید کننده، وابسته به سایر کشورها نبوده و زنجیره تولید فولاد در ایران تکمیل است. بنابراین، صنعت تولید فولاد در ایران ارزش افزوده زیادی به همراه داشته و جزء صنایع سودآور محسوب می شود. اما در کشورهایی که مواد اولیه این صنعت وجود ندارد و آن را وارد می کنند یا اینکه مواد اولیه وجود دارد اما کارخانجات تولید آن وجود ندارد، فرآیند تولید فولاد توجیه اقتصادی نداشته و ارزش افزوده ای به بار نمی آورد. میزان تولیدات فولاد در دنیا در دهه اخیر روند افزایشی داشته و از ۱,۵ میلیارد تن در سال ۲۰۱۱ به حدود ۲ میلیارد تن در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. نگاهی به کشورهای برتر تولید فولاد در جهان نشان می دهد، چین با تولید بیش از یک میلیارد تن فولاد خام (معادل ۵۳ درصد از کل تولیدات جهانی) رتبه اول تولید فولاد خام در جهان را به خود اختصاص داده و پس از آن با اختلاف زیاد کشورهای هند، ژاپن و ایالات متحده به ترتیب با ۱۱۸، ۹۶ و ۸۶ میلیون تن در رده های بعدی جای گرفته اند. ایران در این سال با تولید حدود ۲۸,۵ میلیون تن فولاد خام و کاهش ۵۰۰ هزار تنی تولید فولاد نسبت به سال گذشته (معادل ۱,۵ درصد از جهان) بدون تغییر، در رتبه دهم جهان قرار گرفته است [8].



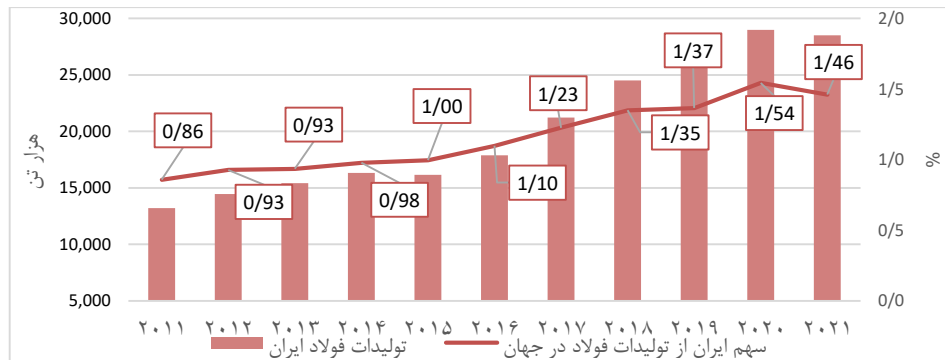
نمودار ۶- روند تولید فولاد در جهان در بازه زمانی ده ساله، Worldsteel association, 2022



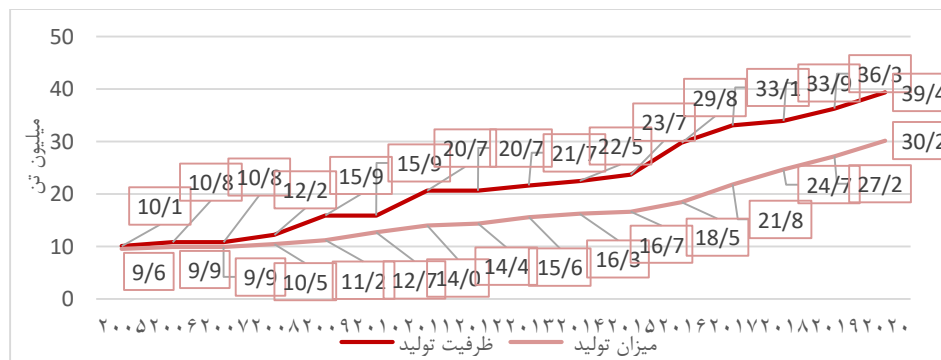
نمودار ۷- میزان تولید فولاد خام در کشورهای مختلف جهان، (Steel statistical in Figures, 2022)

همچنین تولید فولاد خام در ایران در یک بازه زمانی ۱۰ ساله (۲۰۱۱-۲۰۲۱) با میانگین نرخ رشد ۸,۲ درصدی از ۱۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۱ به رقمی بالغ ۲۸,۵ میلیون تن در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. همچنین روند سهم ایران از تولیدات فولاد در جهان در این دوره (۲۰۲۱-۲۰۱۱) رو به رشد بوده و از ۰,۹ درصد در سال ۲۰۱۱ به ۱,۵ درصد در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. نمودار ۸، مقایسه روند ظرفیت و میزان تولید فولاد در کشور را نشان می دهد، در سالهای گذشته (حدود ۱۵ سال قبل) میزان و ظرفیت تولید تقریباً بر هم منطبق

بوده، اما در سالهای بعد این فاصله کم کم افزایش یافته و به حدود ۹ میلیون تن در حال حاضر رسیده است که امیدواریم در سالهای آینده با رفع موانع موجود این دو روند دوباره بر هم منطبق گردند.



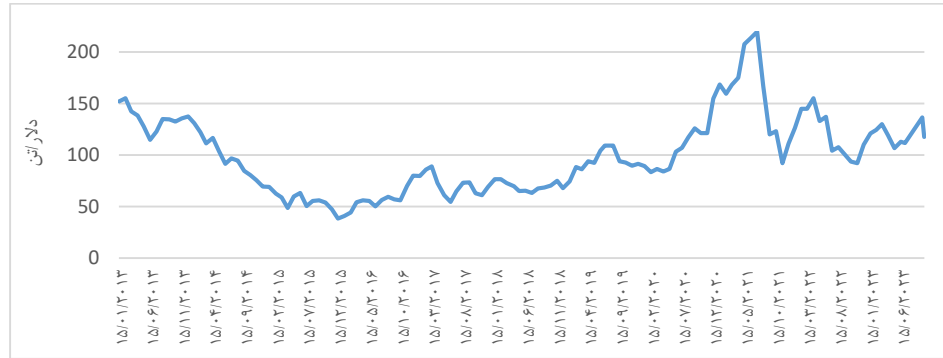
نمودار ۸- میزان و سهم ایران از تولیدات فولاد در جهان در بازه زمانی ۱۰ ساله، (Steel statistical in Figures, 2022)



نمودار ۹- عملکرد تولید فولاد در ایران در بازه زمانی ۱۵ ساله، (سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی، ۲۰۲۰)

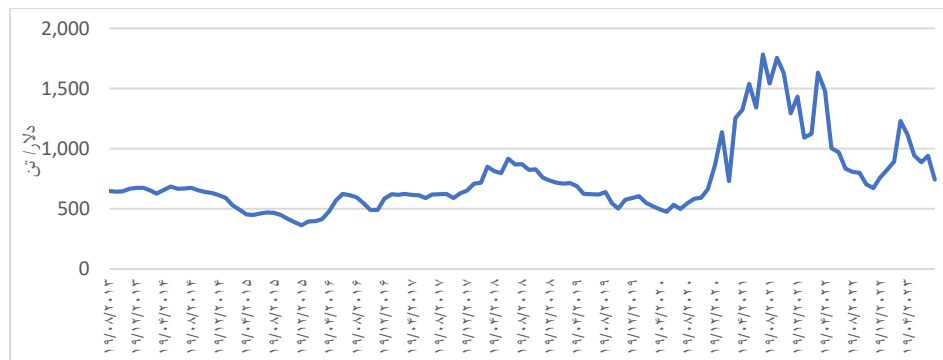
قیمت آهن و فولاد در بازار های جهانی

قیمت آهن در بازارهای جهانی از سال ۲۰۱۳ تا اواخر سال ۲۰۱۵ با نوسانات اندکی، رو به کاهش بوده، بطوریکه از ۱۵۲ دلار (آمریکا) در اوایل سال ۲۰۱۳ به ۳۹ دلار (آمریکا) در سال ۲۰۱۵ کاهش یافته است (نرخ رشد ۲۷- درصد). یکی از دلایل عمده کاهش قیمت سنگ آهن در بازارهای جهانی، افزایش ظرفیت تولید سنگ آهن در چین است. اما بعد از این کاهش شدید شاهد روند افزایش قیمت سنگ آهن در بازارهای جهانی هستیم. در سالهای بعد قیمت آهن با یک روند تدریجی رو به افزایش بوده و به ۲۲۰ دلار (آمریکا) در اواسط سال ۲۰۱۹ رسیده است. در ادامه روند مذکور مجدداً کاهشی شده و به حدود ۸۷ دلار (آمریکا) در اواسط سال ۲۰۲۱ (ماه می) رسیده است. قیمت آهن در اوایل سال ۲۰۲۲ روند رو به رشدی را تجربه کرده و به ۱۵۵ دلار رسیده اما در ماه های بعد روند کاهشی داشته است. سنگ آهن در حال حاضر ۱۱۷ دلار به فروش می رسد.



نمودار ۱۰- نوسانات قیمت آهن در بازارهای جهانی، (<http://www.tgju.org/basemetal>)

قیمت فولاد نیز همانند آهن، در بازارهای جهانی از سال ۲۰۱۳ تا اواخر سال ۲۰۱۵ با نوسانات اندکی رو به کاهش بوده، بطوریکه از ۶۴۲ دلار در سال ۲۰۱۳ به ۳۶۴ دلار در سال ۲۰۱۵ کاهش یافته است (نرخ رشد ۲۵- درصد). اما بعد از این کاهش شدید شاهد روند افزایش قیمت فولاد در بازارهای جهانی هستیم، بطوریکه در اواسط سال ۲۰۱۸، به ۹۱۸ دلار افزایش یافته است. اما بعد از این تاریخ تا اواخر سال ۲۰۲۰ روند رو به کاهشی را طی کرده است. در سالهای بعد قیمت فولاد با یک جهش ناگهانی رو به افزایش بوده و به حدود ۱۸۰۰ دلار در اواسط سال ۲۰۲۱ رسیده است. اما در ادامه به جز چند مورد، روند کاهشی داشته و به حدود ۶۷۱ دلار در اواخر سال ۲۰۲۲ تنزل یافته است. قیمت آهن در اوایل سال ۲۰۲۳ روند رو به رشدی را تجربه کرده و به حدود ۱۳۰۰ دلار رسیده است.



نمودار ۱۱- نوسانات قیمت فولاد در بازارهای جهانی، (<http://www.tgju.org/basemetal>)

بحث و نتیجه گیری

صنعت آهن و فولاد از جمله صنایع کلیدی و مادر محسوب می شود که با توجه به سهم آن در حمل و نقل، ساختمان، ماشین آلات و دیگر صنایع تولیدی، سرانه مصرف آن به عنوان شاخصی از توسعه یافتگی محسوب و نقش بسزایی در رشد و توسعه صنعتی کشورها دارد. در سال ۲۰۲۱، ایران با دارا بودن حدود ۳ میلیارد تن ذخایر شناسایی شده آهن و سهم ۱,۵ درصدی از ذخایر آهن در مقام هشتم جهان، و با تولید ۳۵ میلیون تن و سهم ۲,۲ درصدی در رتبه نهم تولید سنگ آهن در جهان قرار گرفته است. همچنین با تولید حدود ۲۸,۵ میلیون تن فولاد خام در رتبه دهم جهان قرار داشته است. در چهار دهه اخیر در کشور بالغ بر ۱۵۰ میلیون تن فولاد خام تولید و ۲۰۰ میلیون تن فولاد مصرف شده است. این مسئله نشانگر تأثیر عظیم صنعت فولاد بر رشد و شکوفایی کشور می باشد. موضوع روز صنعت فولاد کشور، حفظ محیط زیست و مصرف بهینه انرژی است. در صورت به کار گیری فرآیند و تجهیزات خاص، امکان صرفه جویی انرژی و کاهش انتشار گازهای



گلخانه ای تا ۲۵٪ در صنایع فولاد ایران امکان پذیر می باشد. یکی از برنامه‌های توسعه صنعت فولاد کشور رسیدن به تولید ۵۵ میلیون تن در سال ۱۴۰۴ است. برای تحقق تولید ۵۵ میلیون تن فولاد خام در افق ۱۴۰۴ نیاز به استخراج سالانه ۱۶۲ میلیون تن سنگ آهن (سنگ معدن بصورت کلوخه) که در این صورت اگر همین روند ادامه پیدا کند حدود ۳۲ میلیون تن کمبود خواهیم داشت. با توجه به ذخیره قطعی سنگ آهن کشور که حدود ۳ میلیارد تن برآورد شده است، تحقق تولید ۵۵ میلیون تن فولاد خام در افق ۱۴۰۴ موجب اتمام ذخایر سنگ آهن حدود ۱۴ سال بعد از افق ۱۴۰۴ خواهد شد که عدم انجام اکتشافات جدید و جایگزینی ذخایر سنگ آهن مصرف شده باعث از بین رفتن پشتوانه تامین مواد اولیه مورد نیاز کارخانجات وابسته به فولاد می شود. یکی از شاخصه‌های مهم در این زمینه شاخص نسبت ذخیره به تولید است. در این شاخص متوسط جهان ۱۱۰ و برای ایران ۷۷ میلیون تن محاسبه شده است به این معنا که با پشتوانه نامناسبی (کمتر از متوسط جهانی) تولید می کنیم. بنابراین با روند فعلی استخراج سنگ آهن و تولیدات سایر محصولات زنجیره فولاد، تحقق اهداف سند چشم انداز در افق ۱۴۰۴ جهت تولید ۵۵ میلیون تن فولاد خام امکان پذیر نخواهد بود. یکی از راهکارهایی که دولت برای مواجهه با این کسری مواد اولیه در پیش گرفته است جلوگیری از صادرات سنگ آهن، کنسانتره و گندله است که در کوتاه مدت شاید نتیجه مطلوبی داشته باشد اما در بلند مدت به تنهایی نمی تواند راه حل باشد. از دیگر راه حل هایی که ارائه شده است، سرمایه گذاری در معادن کشورهای دیگر است که باید مواردی چون هزینه حمل، تحریم ها و همچنین تمایل بالای چین و استرالیا برای قبضه کردن بازار سنگ آهن را در نظر گرفت. برای رفع اساسی مشکل کمبود مواد اولیه برای تحقق افق ۱۴۰۴، همانطور که اشاره شد بحث اکتشاف و استخراج معادن از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین تامین مالی برای تهیه ماشین آلات به روز و نوسازی خطوط تولید برای اکتشاف معادن در عمق زمین (عیار کمتر) و ترکیب با سنگ آهن هایی با عمق بالاتر، می تواند تا حدود زیادی به این صنعت کمک کند. کشور ما در حال حاضر، از نظر شرایط تولید فولاد، دارای مزیت‌های نسبی فراوانی است. از آن جمله می توان به انرژی کافی و ارزان قیمت، سنگ آهن و مواد اولیه نسوز، تجربه نسبی در تولید فولاد، برخورداری از نیروی کار جوان و متخصص ارزان قیمت اشاره کرد که با دستیابی به فن آوری نوین تولید می تواند نقش مؤثر و رقابتی را در بازار جهانی فولاد ایفا نماید. همچنین با توجه به قیمت فولاد که در بازارهای جهانی رو به افزایش است، از نظر اقتصادی هم به صرفه است که تولید را در کشور خودمان داشته باشیم و نه تنها نیاز صنعت در داخل را برطرف کنیم در صادرات این محصول هم که ارزش اقتصادی بالایی دارد و هم از نظر ارز آوری در شرایط کنونی کشور با توجه به تحریم های موجود می تواند کمک شایانی به رشد اقتصادی کشور کند.

منابع

- [1] صدیقه خوشه چین بهار، ۱۳۹۵، بررسی وضعیت توسعه صنعت فولاد در کشور
- [2] محمود شغائی، ۱۴۰۰، صنعت سنگ آهن
- [3] سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱
- [4] نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره برداری کشور، ۱۳۹۹-۱۳۸۹ مرکز آمار ایران
- [5] محمد علی افشار کاظمی، ۱۳۸۶، تدوین استراتژی زنجیره تامین صنعت فولاد ایران با استفاده از تحلیل پویایی سیستم‌ها
- [6] سید مهران حیدری، ۱۴۰۱، ظرفیت و پتانسیل‌های آهن موجود در استان یزد با توجه به پهنه‌های ساختاری، جایگاه زمین‌شناسی، نوع سنگ میزبان و کانه‌زائی (تیپ)
- [7] ملیحه سادات فاضلی، ۱۴۰۱. گزارش وضعیت آماری آهن در کشور

- [8] INDIRECT TRADE IN STEEL, 2020, Worldsteel Association
- [9] MINERAL COMMODITY SUMMARIES, 2021, USGS



- [10] Reichl, C., Schatz, M., Zsak, G., 2022, Mineral Production, WORLD MINING DATA, V., 32
- [11] STEEL STATISTICAL YEARBOOK, 2021, Worldsteel Association
- [12] Guilbert J, Park CF (1997) The Geology of Ore Deposits.
- [13] Hitzman, M.W. (2000) Iron Oxide-Cu-Au Deposits: What, Where, When and Why. In: Porter, T.M., Ed., Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold and Related Deposits: A Global Perspective, Vol. 1, PGC Publishing, Adelaide, 9-25.
- [14] Einaudi, M.T. and Burt, D.M. (1982) Introduction; Terminology, Classification, and Composition of Skarn Deposits. Economic Geology, 77, 745-754.