ماهنامهٔ علمی، اجتماعی و فرهنگی
شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان

فولاد

مهر ۱۴۰۳
شمارهٔ ۲۹۱

عزم ذوب آهن اصفهان برای بکارگیری فناوری های نوین

در صفحات داخلی می‌خوانید؛

- حمایت از فولاد، حمایت از اقتصاد ملی
- چالش‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری صنعت فولاد ایران
- هوش مصنوعی چگونه به اصفهان رسید
- ارزیابی تولید فولاد خام جهان و ایران در سال ۲۰۲۳
- راهکاری برای تقویت ارزآوری و توسعه صنعت فولاد ایران
- راهکارهای مشارکت مردمی در جهش تولید

و...

www.midhco.com

ماهنامه علمی، اجتماعی، فرهنگی

شماره ۲۹۱، با ۵۲ سال سابقه انتشار

- **صاحب امتیاز :**
ذوب آهن اصفهان
- **مدیر مسئول :**
مدیریت روابط عمومی
- **شورای سیاست‌گذاری:**
دکتر محمدرضا پورابراهیمی، دکتر بهرام سبحانی، دکتر حمیدرضا شاهوردی
دکتر مهدی طغیانی، دکتر برات قبادیان، دکتر حسین مدرس خیابانی
- **هیات تحریریه:**
مهندس محمد حسن جولا زاده
مهندس احمد ادیبی
مهندس مهدی شاطری
مهندس مهران قمی
مهندس علی نوش مهر
علی حسین غریبی
سید سعید موسوی
علی سلیمانی
سمیه ایزدی
- **مدیر اجرایی:** سیدسعید موسوی
- **صفحه‌آرایی:** موسسه نگارآفرین فردای شرق آریا
- **نشانی ماهنامه:** اصفهان، روابط عمومی ذوب‌آهن اصفهان، دفتر ماهنامه فولاد
تلفن: ۵۲۵۷۴۹۴۷-۰۳۱
- **تلفن روابط عمومی:** ۵۲۵۷۴۹۴۷-۰۳۱
- **وبسایت:** www.esfahansteel.ir
- **ایمیل :** folad@esfahansteel.ir

فهرست مطالب

تحقیق و توسعه

فولاد، چشم‌انتظار تصمیمات وزارت صمت

حمایت از فولاد، حمایت از اقتصاد ملی/ یادداشت مدیرعامل شرکت ذوب آهن اصفهان

چالش‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری صنعت فولاد ایران / یادداشت

هوش مصنوعی چگونه به ذوب‌آهن رسید/ رابطه نقش رایتل و دانش‌بنیان‌ها با سفر معاون علمی رئیس‌جمهور به اصفهان/ گزارش

فرصت‌های سرمایه‌گذاری فولاد در ایران و مناطق آزاد/ یادداشت

آنالیز و ارزیابی تولید فولاد خام جهان و ایران در سال ۲۰۲۳/ یادداشت

راهکاری برای تقویت ارزآوری و توسعه صنعت فولاد ایران/ یادداشت

اهمیت ساخت یک‌میلیون واحد مسکونی با رویکرد صنعتی سازی ساختمان/ یادداشت

ایمنی در معادن؛یک سرمایه‌گذاری هوشمندانه/ یادداشت

توازن در زنجیره فولاد، شاه‌بیت تولید و صادرات پایدار/ یادداشت

نقش‌آفرینی شرکت‌های دانش‌بنیان در رشد و توسعه صنایع/ گزارش

خوردگی میکروبی و خوردگی حفره‌ای Microbial corrosion and pitting corrosion

- راهکارهای «مشارکت مردمی در جهش تولید»

- نوآوری فرآیند

- معرفی بهترین ابزارهای ضروری برای انجام تحقیق

-معرفی تکنولوژی نوآورانه آهن‌سازی

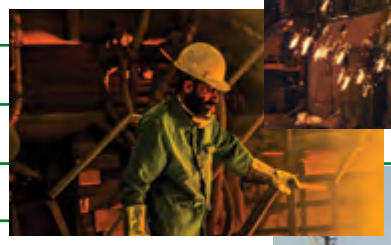
- شرکت های برتر فولادی جهان

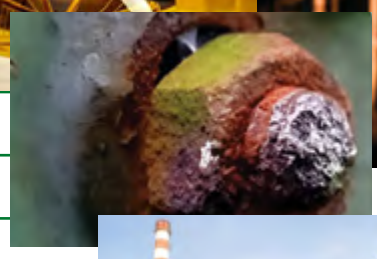
هوش مصنوعی؛ پل نوین توسعه

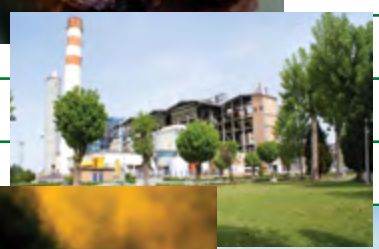
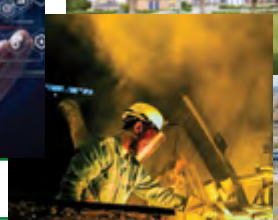
آهن و فولاد در مسیر تاریخ

ESCO

۴
۶
۸
۱۲
۱۶
۱۸
۲۶
۲۸
۳۲
۳۴
۳۶
۳۸
۵۲
۵۴
۵۶
۵۸
۶۰
۶۲
۶۶





فولاد، چشم‌انتظار تصمیمات وزارت صمت

مهدی کوهی
مدیرعامل شرکت ذوب آهن اصفهان

در پی سقوط بالگرد رئیس‌جمهوری در روزهای پایانی اردیبهشت‌ماه، کشور یک سال زودتر و نا به هنگام انتخابات ریاست جمهوری را برگزار و پس از دو مرحله انتخابات مسعود پزشکیان هدایت دولت چهاردهم را به دست گرفت.

درنتیجه برگزاری انتخابات حالا باید افراد جدیدی برای کابینه دولت پزشکیان معرفی می‌شدند تا برای گرفتن رأی اعتماد راهی مجلس شورای اسلامی شوند. در چنین شرایطی نقد و بررسی حوزه‌های مختلف دست‌به‌دست می‌شد و فعالان هر حوزه از کمبودها و انتظارات و مشکلات خود می‌گفتند.

دراین‌بین وزارت صنعت، معدن و تجارت یکی از مهم‌ترین وزارت خانه‌هایی است که بخش معدن یکی از بخش‌های مهم آن محسوب می‌شود. این بخش معدن و صنایع معدنی را در برمی‌گیرد که صنعت فولاد یکی از مهم‌ترین حوزه‌های بخش صنایع معدنی است.

صنعتی استراتژیک که قرار است در ۱۴۰۴ تولید فولاد را به ۵۵ میلیون تن برساند، اما در شرایطی نقشه راه صنعت فولاد تدوین‌شده که چالش‌های فراوانی سد راه است و این چالش‌ها، فولادی‌ها را گرفتار کرده است.

حالا با رأی اعتماد مجلس شورای اسلامی، آقای اتابک عهده‌دار هدایت وزارت صنعت، معدن و تجارت شده‌اند که با توجه به سوابق حضور ایشان در بخش معدن و صنایع معدنی به‌ویژه فولاد انتظار می‌رود که بسیاری از چالش‌ها از میان برداشته و تعامل خوبی میان وزارت صمت، نیرو و نفت جهت تأمین نیازهای حوزه انرژی شکل بگیرد و این زمان فرصتی است تا بار دیگر بر چالش‌ها و مشکلات تأکید شود.

صنعت فولاد کشور توسعه خود را بر پایه در اختیار داشتن ذخایر معدنی، ذخایر گاز و نیروی انسانی قرارداد و در همان سال سال‌های اول مطرح‌شدن چشم‌انداز ۱۴۰۴، توسعه در واحدهای فولادی سرعت گرفت و در ادامه، ۷ طرح فولادی برای رسیدن به تولید سرعت گرفت.

درواقع در دهه ۹۰ شاهد توسعه حداکثری صنعت فولاد بودیم که امروز ۴۵ میلیون تن ظرفیت نصب‌شده در کشور وجود دارد و تحقق چشم‌انداز دیگر کاری دور از انتظار نیست، اما بااین‌حال چالش‌های بسیاری وجود دارد که باعث شده تحقق برنامه‌های سالانه نیز دشوار باشد. عدم توسعه اکتشافات به‌موازات توسعه در صنعت فولاد به یکی از مشکلات اصلی تبدیل شد که توانست فولادی‌ها را راهی معدن کند.

بخشی از این عدم توسعه امروز با ورود فولادی‌ها و سرمایه‌گذاری آن‌ها حل‌شده است، اما محدودیت‌های اکتشافی و میزان مساحتی که برای اکتشاف در اختیار است کار را دشوار می‌کند.

در کنار این، موضوع چالش انرژی موضوعی است که فولادی‌ها را در تابستان و زمستان گرفتار کرده است. کمبود برق در تابستان و کمبود گاز در زمستان، اثرات سو خود را بر صادرات و درآمدهای اقتصادی و بازار فولاد گذاشته و این نگرانی وجود دارد که این بحران، بیش از وضعیت موجود، فولادی‌ها را با مخاطره و مشکلات مواجه کند.

آمار منتشرشده از صادرات چهار ماه نخست سال ۱۴۰۳ زنجیره فولاد کشور نشان‌دهنده کاهش ۱۴ درصدی حجم صادرات آهن و فولاد، تحت تأثیر فاصله نرخ ارز نیمایی و بازار آزاد و افت میزان تولید به دلیل قطعی برق بوده است.

انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران آمار صادرات ۴ ماه نخست سال ۱۴۰۳ زنجیره فولاد را منتشر کرد. بر این اساس حجم صادرات آهن و فولاد کشور، معادل ۶۰۰ هزار تن به ارزش ۲۷۰ میلیون دلار (۱۴ درصد) کاهش داشته است.

این موضوع نشان می‌دهد عدم توسعه زیرساخت‌های انرژی در کنار سیاست‌های غیر کارشناسی ارزی صادرات را کاهش داده است.

حال انتظار می‌رود وزیر جدید صمت که خود بر تمامی این چالش‌ها واقف است، راهکار مشخص و کارشناسی شده‌ای را در دستور کار قرار دهد.

امروز صنعت فولاد با سرمایه‌گذاری فراوانی خود توانسته در دانش و تکنولوژی با تکیه‌بر توانمندی‌های داخلی و همکاری با شرکت‌های دانش‌بنیان نیازهای خود را در داخل کشور تأمین کند، درنتیجه این صنعت می‌تواند سهم بیشتری را در صادرات غیرنفتی از آن خود کند. از سویی دیگر توسعه در این بخش منجر به افزایش اشتغال خواهد شد و این مسئله می‌تواند در تحقق برنامه‌های دولت برای ایجاد شغل نیز نقش‌آفرین باشد.

امیدوار هستیم دولت چهاردهم و وزیر صمت توجه ویژه به موضوعات یادشده داشته باشند و بستر توسعه حداکثری برای فولادی‌ها فراهم شود.

یادداشت مدیرعامل

حمایت از فولاد، حمایت از اقتصاد ملی

مهدی کوهی
مدیرعامل شرکت ذوب آهن اصفهان

صنعت فولاد و به طبع آن تولیدکنندگان این حوزه در تلاش برای تحقق چشم انداز ۱۴۰۴ و تولید ۵۰ میلیون تن فولاد و توسعه صادرات هستند. اما در این بین موانعی توانسته سرعت این توسعه را کاهش و تحقق این برنامه را تحت تاثیر قرار دهد.

آمارهای تولید و صادرات از ابتدای سال تا به امروز نگران کننده و تهدیدی برای سرمایه گذاری های جدید است. به عنوان مثال شرکت ذوب آهن در چند سال اخیر و به همت نیروهای پر تلاش خود موفق به بومی سازی تولید ریل و بی نیاز کردن کشور از واردات این محصول شد.

حال برخی تصمیمات و شرایط باعث شده تا صنعت فولاد در کنار تحریم های خارجی که عملکرد صادراتی را تحت الشعاع قرار داده است، درگیر طوفانی شود که عبور از آن سخت و گاها با تلفاتی خواهد بود که می توانست فرصتی برای ارز آوری کشور محسوب شود.

شرایط تولید و توسعه در صنعت فولاد در دهه گذشته در مسیری قرار داشت که این حوزه می توانست یکی از بازیگران اصلی تحقق شعار «معدن به جای نفت» باشد. با این وجود در همین سه سال اخیر صنعت فولاد بیش از آنکه متمرکز بر افزایش تولید و توسعه صادرات خود باشد، گرفتار بحران تامین انرژی بوده که برنامه های تولیدی و همچنین نقشه راه اصلی صنعت فولاد را تحت تاثیر قرار دهد.

همچنین بخش زیادی از سوددهی و درامدهای شرکت های فولاد راهی اجرای پروژه هایی همچون ساخت نیروگاه و حتی توسعه میادین گازی می شود در حالی که می توان این اعداد و ارقام را راهی پروژه هایی کرد که به واسطه آن شاهد تنوع در سبد محصولات خواهیم بود. اما امروز عمده انرژی فولادسازان صرف رفع موانع یاد شده می شود. حال آمارهای تولیدی در ۶ ماهه نخست سال به خوبی گواه این است که صنعت فولاد با کاهش تولید همراه شده است.

محدودیت های فزاینده برق که تا مهرماه هم ادامه داشت، تولید ۶ ماهه فولاد میانی کشور را حدود ۱.۱ میلیون تن به ارزش بیش از ۴۵۰ میلیون دلار کاهش داده است.

بیشترین نرخ افت تولید زنجیره فولاد در میلگرد، نبشی و ناودانی و شمش فولادی به ترتیب با ۱۱.۷ و ۹.۶ و ۸.۵ درصد کاهش بوده است.

درواقع می توان نوک پیکان را به سمت برق و وزارت نیرو نشانه رفت که با شروع فصل تابستان فولادی ها را با قطع برق مواجه کرده است. محدودیت های برقی بیش از هر مانع دیگری در تابستان نفس فولادی ها را گرفت و در نهایت اثر خود را در تولید و صادرات اعمال کرد. صادرات فولاد نیز در ۶ ماهه نخست سال به واسطه کاهش تولید و همچنین سیاست های ارزی مبنی بر بازگشت ۱۰۰ درصدی ارز حاصل از صادرات به سامانه نیما نیز با کاهش همراه شده است. این امر به راحتی میزان درآمدهای ارزی را کاهش و هم به اقتصاد ملی و هم صنعت فولاد آسیب وارد می کند.

آن چیزی که برای ادامه مسیر در ۶ ماهه دوم حائز اهمیت است، تمرکز وزارت صمت بر رفع چالش های ایت صنعت است. امروز صنعت فولاد بسیار زودتر از سال های قبل با محدودیت گازی مواجه شده و این می تواند زیان ناشی از عدم تامین انرژی در ۱۴۰۳ را نسبت به سال های قبل افزایش دهد.

توسعه صنعت فولاد توسعه اقتصاد ملی است و کشور را از واردات بسیاری از مواد بی نیاز می کند در نتیجه حمایت از این صنعت حمایت از اقتصاد ملی است.

چالش‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری صنعت فولاد ایران

فولاد تحریریه نشریه

تا سال ۱۴۰۴، ایران که نهمین تولیدکننده بزرگ فولاد جهان است در تلاش است تا با رسیدن به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴، تولید خود را به ۵۵ میلیون تن فولاد خام برساند. بااین‌حال، برای دستیابی به این هدف، چالش‌ها و فرصت‌هایی وجود دارد که نیاز به سرمایه‌گذاری وسیع و اجرای راهکارهای نوین دارند.

به گزارش نشریه فولاد، فولاد به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی صنعت و اقتصاد کشورها، نقشی بی‌بدیل در توسعه زیرساخت‌ها و صنایع مختلف ایفا می‌کند. ایران باوجود تحریم‌ها و محدودیت‌ها، توانسته جایگاه خود را به‌عنوان نهمین تولیدکننده بزرگ فولاد جهان در سال ۲۰۲۴ تثبیت کند.

تولید فولاد ایران در سال ۲۰۲۳ به ۳۱٫۱ میلیون تن رسید که ۵۸٫۴ درصد از تولید خاورمیانه را تشکیل می‌دهد. باوجوداین رشد، هدف ایران در چشم‌انداز ۱۴۰۴ رسیدن به تولید ۵۵ میلیون تن فولاد خام است که دستیابی به این هدف، به سرمایه‌گذاری گسترده نیاز دارد.

چالش‌های صنعت فولاد ایران

بزرگ‌ترین چالش صنعت فولاد، تأمین منابع مالی کافی برای پروژه‌های توسعه‌ای است. پروژه‌های عظیم این صنعت به منابع مالی سنگین نیاز دارند و روش‌های سنتی تأمین مالی مانند بانک‌ها و مؤسسات مالی، به دلیل مشکلات اقتصادی و تحریم‌ها، کارایی خود را ازدست‌داده‌اند.

صنعت فولاد ایران نیازمند جذب سرمایه‌های جدید است که با روش‌های نوین نظیر «تأمین مالی جمعی» (Crowdfunding) می‌تواند تسهیل شود. این روش، سرمایه‌های خرد را به پروژه‌های تولیدی جذب کرده و شفافیت و سودآوری بیشتری برای سرمایه‌گذاران خرد فراهم می‌آورد.

تحریم‌های بین‌المللی علیه ایران باعث کاهش توانایی صادرات فولاد به بازارهای جهانی و محدودیت دسترسی به فناوری‌های نوین و تجهیزات صنعتی شده است.

این محدودیت‌ها، روند رشد صنعت را کند کرده و مانعی بزرگ در برابر تحقق اهداف تولیدی ۱۴۰۴ محسوب می‌شوند.

تولید فولاد به زیرساخت‌های قوی مانند تأمین برق، گاز، آب و حمل‌ونقل نیاز دارد.

کمبود و ضعف در این زیرساخت‌ها یکی از دلایل عدم تحقق ظرفیت کامل تولید فولاد در کشور است.

در بسیاری از مناطق صنعتی ایران، نوسانات برق و

محدودیت‌های منابع آب و گاز منجر به کاهش راندمان تولید فولاد شده است.

برای رسیدن به هدف ۵۵ میلیون تن، سرمایه‌گذاری‌های کلان در این زیرساخت‌ها ضروری است.

بازار جهانی فولاد با رقابت شدیدی روبرو است و کشورهای تولیدکننده فولاد نظیر چین و هند، با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و نیروی کار ارزان، هزینه تولید را به حداقل رسانده‌اند. ایران برای رقابت با این کشورها باید به ارتقای فناوری و بهره‌وری خود بپردازد تا بتواند سهم بیشتری از بازارهای جهانی را به دست آورد.

فرصت‌های سرمایه‌گذاری در صنعت فولاد ایران به دلیل توسعه زیرساخت‌های ملی نظیر ساخت‌وساز، صنایع خودروسازی و پروژه‌های عمرانی، بازاری بزرگ و پر تقاضا برای فولاد دارد.

این فرصت، زمینه را برای توسعه ظرفیت‌های تولیدی و سرمایه‌گذاری داخلی فراهم می‌کند.

باوجود تحریم‌ها، ایران همچنان به صادرات فولاد به کشورهایی نظیر عراق، افغانستان و برخی کشورهای آسیای مرکزی ادامه می‌دهد.

اگرچه بازارهای اروپایی و آمریکایی به دلیل

محدودیت‌های تحریمی بسته‌شده‌اند، اما کشورهای درحال‌توسعه می‌توانند مقصد مناسبی برای صادرات فولاد ایران باشند.

یکی از فرصت‌های جدید در صنعت فولاد، استفاده از «تأمین مالی جمعی» است. این روش، که بر مبنای جمع‌آوری سرمایه‌های خرد از طریق پلتفرم‌های آنلاین شکل می‌گیرد، نه‌تنها به جذب منابع مالی جدید کمک می‌کند، بلکه سرمایه‌گذاران خرد را به پروژه‌های صنعتی مهم جذب می‌کند.

این شفافیت و تعامل مستقیم با سرمایه‌گذاران، می‌تواند اعتماد عمومی به صنعت فولاد را افزایش دهد و به رشد آن کمک کند.

با سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید مانند فرآیندهای تولید فولاد کم‌کربن و بهره‌گیری از هوش مصنوعی در مدیریت تولید، ایران می‌تواند از هزینه‌های تولید بکاهد و کیفیت محصولات خود را بهبود بخشد.

این نوآوری‌ها همچنین به صنعت فولاد ایران کمک می‌کند تا در مقابله با تغییرات اقلیمی و مسائل زیست‌محیطی عملکرد بهتری داشته باشد.

مسیرهای پیشنهادی برای سرمایه‌گذاری توسعه زیرساخت‌های صنعتی

سرمایه‌گذاری در بخش‌های تأمین انرژی، حمل‌ونقل و آب ازجمله موارد ضروری برای افزایش تولید فولاد است. بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و مدیریت بهینه منابع می‌تواند بهره‌وری تولید فولاد را افزایش دهد.

تأمین مالی پروژه‌های توسعه‌ای؛ صنعت فولاد ایران نیازمند تزریق منابع مالی جدید است که می‌توان با مشارکت بخش

خصوصی و استفاده از روش‌های نوین تأمین مالی، این مشکل را حل کرد.

گسترش صادرات؛ با توجه به پتانسیل بالای بازارهای منطقه‌ای، توسعه صادرات به کشورهای همسایه و ایجاد توافق‌های تجاری با کشورهای آسیایی و آفریقایی می‌تواند فرصت مناسبی برای افزایش درآمدهای ارزی کشور از صنعت فولاد باشد.

باوجود چالش‌های متعدد پیش روی صنعت فولاد ایران، فرصت‌های زیادی برای توسعه این صنعت و جذب سرمایه‌گذاری وجود دارد. برای دستیابی به اهداف چشم‌انداز ۱۴۰۴، باید بر روی تأمین مالی پروژه‌های بزرگ و رفع موانع زیرساختی تمرکز کرد. استفاده از روش‌های نوین تأمین مالی مانند؛ تأمین مالی جمعی، ارتقای فناوری‌های تولیدی و گسترش صادرات به بازارهای منطقه‌ای، می‌تواند آینده روشنی را برای صنعت فولاد ایران رقم بزند.

رابطه نقش رایتل و دانش‌بنیان‌ها با سفر معاون علمی رئیس جمهور به اصفهان

هوش مصنوعی چگونه به ذوب‌آهن رسید

فولاد سهیل سنایی

شرکت ذوب‌آهن اصفهان عزمش را جزم کرده تا به‌طورجدی تری وارد حوزه فن‌آوری‌های نوین شود. این موضوع از لابه‌لای جلسات برگزارشده و اظهارات مقامات این شرکت طی روزهای اخیر کاملاً مشخص است. جلساتی که نتیجه‌اش به امضای تفاهم‌نامه‌ای به‌منظور هوشمند سازی زیرساخت‌های ذوب‌آهن اصفهان انجامیده است.

پرچم‌داری معاونت علمی ریاست جمهوری در امضای یک قرارداد

چهارم مهرماه امسال نشست تعاملی مسئولین ذوب‌آهن اصفهان با معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری برگزار شد. این نشست در محل سیزدهمین نمایشگاه فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران «ماینکس» در تهران برگزار گردید و طی آن صابر سنایی مدیر ارشد بازرگانی ذوب‌آهن، علی‌اکبر فلاحتی مدیر امور معادن این شرکت، صادق توسلی زاده رئیس مرکز ستاد معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری و جمعی از دیگر مسئولین حضور داشتند.

به استناد خبر روابط عمومی ذوب‌آهن اصفهان، در این نشست، نیازهای فناورانه ذوب‌آهن اصفهان در بخش‌های صنعتی و تولیدی شامل: تولید کک، فرو منگنز، تجهیزات نسوز، HSE و معدن موردبحث و تبادل‌نظر قرار گرفت و مقرر شد بر اساس تور بازدید فناورانه شرکت‌های دانش‌بنیان از ذوب‌آهن اصفهان، پیشنهادهای مطرح‌شده در این نشست وارد فاز اجرایی شود. اما به نظر می‌رسد این، همه آن چیزی نیست که در جلسه مهم روز چهارم مهر در تهران گذشته است.

همان روز چهارم مهرماه، حسین افشین، معاون اصفهانی علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان رئیس‌جمهور در جلسه فوق‌العاده کاربردپذیری هوش مصنوعی شرکت کرد و با اعلام تدوین برنامه جامع اقدام مشترک ملی هوش مصنوعی تا آخر هفته جاری، بر ضرورت حرکت سنجیده و هماهنگ بخش خصوصی و دولت در حوزه هوش مصنوعی با نگاه به تجارب گذشته تأکید کرد.

افشین در این جلسه گفت که هدف اصلی این معاونت در بعد کاربردپذیری هوش مصنوعی، ایجاد زیرساخت‌های متمرکز و هدفمند در کشور است و معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری در این مسیر، نقش تنظیم گری را ایفا خواهد کرد و حامی توسعه گران که بازیگران بخش خصوصی هستند خواهد بود.

یک روز بعدازاین اظهارات یعنی روز پنجم مهرماه،

تفاهم‌نامه همکاری مشترک رایتل و ذوب‌آهن اصفهان از هلدینگ های وابسته به شستا برای هوشمند سازی زیرساخت‌های ذوب‌آهن به امضای طرفین رسید.
آئین امضای تفاهم‌نامه همکاری مشترک شرکت خدماتی ارتباطی رایتل و ذوب‌آهن اصفهان از هلدینگ های وابسته به شرکت سرمایه‌گذاری تأمین اجتماعی (شستا) در حاشیه سیزدهمین دوره نمایشگاه بین‌المللی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران (ماینکس) با حضور حسین ملازاده مدیرعامل رایتل و مهدی کوهی مدیرعامل ذوب‌آهن اصفهان برگزار شد.
به گفته حسین ملازاده مدیرعامل رایتل، این تفاهم‌نامه با محوریت ارائه خدمات هوشمند سازی و ارتباطی توسط رایتل به ذوب‌آهن اصفهان در راستای افزایش بهره‌وری، افزایش درآمد یا کاهش هزینه، کاهش خطاهای انسانی، افزایش کارایی و بهبود تجربه مشتری به امضا رسید.
این تفاهم‌نامه همسو با مصوبات برنامه هفتم توسعه باهدف بهره‌مندی از ظرفیت‌های هوشمند سازی، هوش مصنوعی صنعتی، گسترش خدمات ارتباطی و تحول دیجیتال در هلدینگ‌های شستا و درنتیجه افزایش بهره‌وری و شفافیت منعقد شد. محور همکاری در این تفاهم‌نامه، ارائه خدمات هوشمند سازی و ارتباطی توسط رایتل به ذوب‌آهن به‌منظور افزایش بهره‌وری، افزایش درآمد یا کاهش هزینه، کاهش خطاهای انسانی، افزایش کارایی و بهبود تجربه مشتری است. با امضای این تفاهم‌نامه طرفین حد اعلای تلاش خویش را برای گسترش توان ملی درزمینهٔ موضوع این تفاهم‌نامه و نیل به خوداتکایی ملی مبذول خواهند داشت.

مثلث رایتل- شستا معاون رئیس جمهور

در مراسم انعقاد تفاهم‌نامه میان رایتل و شرکت ذوب‌آهن اشاره مستقیم به تأکید معاون رئیس‌جمهور در تدوین برنامه جامع اقدام مشترک ملی هوش مصنوعی تا آخر هفته جاری نشد هرچند مدیرعامل شرکت ذوب‌آهن به‌طور غیرمستقیم به آن پرداخت اما با چیدن قطعات این پازل در کنار هم می‌توان تصور کرد که نقش رایتل در هوشمند سازی زیرساخت‌های ذوب‌آهن اصفهان در این مقطع زمینی نمی‌تواند چندان هم بی‌ارتباط با جلسه مقامات ذوب‌آهن با رئیس مرکز ستاد معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری در روز چهارم مهرماه و نیز سخنان شخص معاون رئیس‌جمهور در روز پنجم مهرماه باشد.
البته روابط عمومی ذوب‌آهن اعلام کرده است که از اواخر سال گذشته اقدامات مختلفی برای هوشمند سازی هلدینگ های شستا و تحول دیجیتال در آن‌ها آغازشده است اما نباید تردید کرد که تغییر و تحولات اخیر در سطوح عالی دولت به تسریع در تحقق ورود تکنولوژی‌های نو به ذوب‌آهن کمک شایان توجهی کرده است. اقدامی که تحقق آن به عهده شرکت رایتل گذاشته‌شده است.
شرکت رایتل که معتقد است ارائه‌دهنده به‌صرفه‌ترین خدمات ارتباطی در کشور است از سال ۱۳۸۶ فعالیت خود را آغاز کرد و خدمات خود را در زمینه‌های مختلف فن‌آوری کارت‌های هوشمند، پورتال‌های سازمانی، خدمات انتقال داده‌ها و تأمین و تهیه سخت‌افزار ارائه می‌دهد.
از سال ۱۳۸۹ با اخذ پروانه اپراتور سوم تلفن همراه کشور، دامنه فعالیت‌های خود را گسترش داده و به‌عنوان اپراتور مشتری مدار و نوآور در بین دیگر رقبا، معرفی شد. علاوه بر این، در تمام سال‌های حضور در عرصه مخابرات کشور، به‌عنوان یکی از شرکت‌های تابعه شرکت سرمایه‌گذاری تأمین اجتماعی (شستا) شناخته می‌شود.
رابطه ذوب‌آهن با شستا نیز دقیقاً مانند رابطه رایتل با این شرکت است و به همین دلیل همکاری دو طرف به‌عنوان یک همکاری درون‌گروهی منجر به امضای تفاهم‌نامه‌ای با محوریت هوشمند سازی زیرساخت‌ها و توسعه هوش مصنوعی صنعتی در ذوب‌آهن توسط رایتل شده است.

دانش‌بنیان‌ها وارد می‌شوند

در آئین امضای تفاهم‌نامه همکاری مشترک شرکت خدماتی ارتباطی رایتل و ذوب‌آهن اصفهان، مهدی کوهی مدیرعامل ذوب‌آهن گفت که این مجتمع عظیم صنعتی بر اساس برنامه تحولی تعریف‌شده کلیه فرایندهای شرکت را با رویکرد دانش‌بنیان عملیاتی نموده است که ازجمله آن‌ها می‌توان به انعقاد تفاهم با معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری درزمینهٔ پروژه‌های زیست‌محیطی در بخش‌های آب، خاک، هوا و HSE اشاره نمود که به گفته او این پروژه‌ها هم‌اکنون از پیشرفت خوبی برخوردار هستند .

کوهی همچنین تأکید کرد که یکی از شرکت‌های دانش‌بنیان توانمند از سوی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری درزمینهٔ اصلاح الکتروفیلترهای مجتمع با رویکرد دانش‌بنیان به ذوب‌آهن معرفی‌شده و ظرف یک ماه آینده قرارداد با این شرکت عملیاتی می‌شود.

اشاره کوهی به موضوع استفاده از توانایی‌های شرکت‌های دانش‌بنیان در حالی است که چهارم مهرماه آیین انعقاد تفاهم‌نامه بین ذوب‌آهن اصفهان و فن بازار تخصصی صنایع معدنی از زیرمجموعه‌های سازمان ایمیدرو، با حضور علی نصیری معاون بازرگانی ذوب‌آهن اصفهان و مهدی تقی زاده کارگذار رسمی فن بازار تخصصی صنایع معدنی در محل سیزدهمین نمایشگاه بین‌المللی ماینکس تهران برگزار شد. امضای این تفاهم‌نامه با رویکرد دانش‌بنیان نیز در راستای تأکیدات معاون اصفهانی رئیس‌جمهور پیرامون استفاده از ظرفیت‌های دانش‌بنیان‌ها در کشور قابل ارزیابی است.

علی نصیری معاون بازرگانی ذوب‌آهن در حاشیه امضای این تفاهم‌نامه گفت که ذوب‌آهن اصفهان به‌عنوان اولین تولیدکننده فولاد کشور، حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان را به‌صورت ویژه در دستور کار قرار داده که این رویکرد در بخش‌های مختلف مجتمع نمود یافته است.

نتایج یک سفر

در آیین امضای قرارداد بین ذوب‌آهن اصفهان با شرکت رایتل، مدیرعامل ذوب‌آهن اصفهان گفت که مفاد این تفاهم‌نامه مربوط به توسعه خطوط فیبر نوری در مجتمع، سامانه هوش تجاری، ارائه خدمات سایبری و پیاده‌سازی هوش مصنوعی در ذوب‌آهن است اگرچه کوهی به‌طور مستقیم اشاره‌ای به نقش جلسات پیشین با معاونت علمی رئیس‌جمهور دراین‌باره و همچنین سخنان حسین افشین درباره حمایت از استقرار هوش مصنوعی در شرکت‌های کشور نکرد.

اما به‌هرروی جای تردید نیست که نقش معاون اصفهانی رئیس‌جمهور در سرعت بخشیدن به تجهیز زیرساخت‌های ذوب‌آهن به علوم روز و استفاده از ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان در این راستا، قابل چشم‌پوشی نیست. به نظر می‌رسد نتایج سفر یک‌روزه حسین افشین، معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان رئیس‌جمهور به اصفهان در اواخر شهریورماه گذشته به‌تدریج در حال مشخص شدن است.

فرصت‌های سرمایه‌گذاری فولاد در ایران و مناطق آزاد

فاطمه باقری
روزنامه‌نگار

صنعت فولاد ایران به‌عنوان یکی از محورهای اصلی توسعه اقتصادی کشور، همواره موردتوجه سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی بوده است.

در کنار آن، مناطق آزاد ایران با پتانسیل‌های ویژه و تسهیلات قانونی، زمینه‌های جدیدی برای سرمایه‌گذاری در این صنعت فراهم کرده‌اند.

در این گزارش، به بررسی عملکرد و آمار به‌روز این صنعت و بررسی فرصت‌های موجود در مناطق آزاد ایران می‌پردازیم

به گزارش نشریه فولاد، صنعت فولاد به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین صنایع استراتژیک در جهان، نقش بسزایی در توسعه اقتصادی کشورها دارد. ایران با در اختیار داشتن ذخایر غنی از سنگ‌آهن و انرژی ارزان، یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان فولاد در منطقه است.

در این راستا، مناطق آزاد کشور نیز با ارائه تسهیلات و امکانات ویژه، بستری مناسب برای سرمایه‌گذاری در این صنعت فراهم کرده‌اند.

این گزارش به بررسی زمینه‌های سرمایه‌گذاری در صنعت فولاد و مزایای مناطق آزاد ایران می‌پردازد.

نگاهی به وضعیت صنعت فولاد در ایران

صنعت فولاد ایران در سال‌های اخیر شاهد رشد قابل‌توجهی بوده است. بر اساس آخرین آمارهای منتشرشده در سال ۲۰۲۴، تولید فولاد ایران به بیش از ۳۰ میلیون تن رسیده است.

این در حالی است که ایران به‌عنوان دهمین تولیدکننده بزرگ فولاد در جهان، سهم عمده‌ای در بازار جهانی این صنعت دارد.

ازجمله شرکت‌های بزرگ فعال در این حوزه می‌توان به فولاد مبارکه اصفهان، فولاد خوزستان، و ذوب‌آهن اصفهان اشاره کرد که هر یک به‌عنوان ستون‌های اصلی صنعت فولاد ایران شناخته می‌شوند.

فرصت‌های سرمایه‌گذاری در مناطق آزاد ایران

مناطق آزاد ایران ازجمله مناطقی هستند که با ارائه تسهیلات ویژه مانند معافیت‌های مالیاتی، تسهیلات ارزی و امکان صدور و واردات آسان جذابیت ویژه‌ای برای سرمایه‌گذاران دارند.

ازجمله مهم‌ترین این مناطق می‌توان به منطقه آزاد کیش، قشم، چابهار و ارس اشاره کرد که هر یک با توجه به موقعیت جغرافیایی و زیرساخت‌های موجود، پتانسیل‌های بالایی برای توسعه صنعت فولاد دارند.

چالش‌ها و فرصت‌ها باوجود فرصت‌های فراوان

صنعت فولاد ایران با چالش‌های جدی نیز مواجه است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، مشکلات مرتبط با تأمین انرژی و تأثیرات تحریم‌های اقتصادی بر واردات تکنولوژی و مواد اولیه است.

بااین‌حال، با توجه به سیاست‌های دولت در جهت حمایت از تولید داخلی و افزایش صادرات، سرمایه‌گذاری در این صنعت می‌تواند بازدهی مناسبی داشته باشد.

در مناطق آزاد، یکی از مهم‌ترین مزایا، امکان جذب سرمایه‌های

خارجی و دسترسی به بازارهای بین‌المللی است. این مناطق با بهره‌مندی از تسهیلات ویژه و وجود بنادر و فرودگاه‌های بین‌المللی، می‌توانند نقش مهمی در توسعه صادرات فولاد ایفا کنند.

همچنین، زیرساخت‌های موجود در این مناطق مانند خطوط ریلی و جاده‌ای، امکان حمل‌ونقل آسان و ارزان مواد اولیه و محصولات نهایی را فراهم می‌کند.

صنعت فولاد ایران با توجه به پتانسیل‌های بالقوه و بالفعل خود، یکی از جذاب‌ترین زمینه‌های سرمایه‌گذاری در کشور به شمار می‌آید.

مناطق آزاد ایران نیز با ارائه تسهیلات و امکانات ویژه، بستری مناسب برای جذب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی در این حوزه فراهم کرده‌اند.

با توجه به آمار و ارقام به‌روز و بررسی‌های انجام‌شده از منابعی مانند انجمن جهانی فولاد (World Steel Association) یا گزارش‌های داخلی ایران مانند گزارش‌های وزارت صنعت، معدن و تجارت یا انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، می‌توان نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاری در این صنعت و در این مناطق می‌تواند یکی از بهترین گزینه‌های سرمایه‌گذاری در ایران باشد.

بااین‌حال، توجه به چالش‌های موجود و برنامه‌ریزی دقیق برای مدیریت آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

آنالیز و ارزیابی تولید فولاد خام جهان و ایران در سال ۲۰۲۳

مهندس محمد حسن جولازاده
عضو هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

گزارش‌های انجمن بین‌المللی آهن و فولاد (IISI) حاکی از آن است که میزان تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳، ۱۸۸۸٫۲ میلیون تن بوده و نسبت به سال قبل به میزان ۰٫۱ درصد کاهش تولید از خود نشان داده است. برای تولید ۱٫۸۸۸٫۲ میلیون تن فولاد خام جهان در سال قبل ۲٫۵ میلیارد تن سنگ‌آهن و ۵۸۸ میلیون تن قراضه فولادی بکار برده شده است. شایان‌ذکر است ظرفیت تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳، ۲۴۹۸٫۶ میلیون تن بوده است. ضمناً در سال قبل میزان تولید چدن مذاب جهان ۱۲۹۰ میلیون تن به ثبت رسیده است. در سال ۲۰۲۳ میزان تولید فولاد خام جهان نسبت به سال ۲۰۰۴ نزدیک به ۷۶٫۲۴ ٪ افزایش داشته است. در جدول -۱ روند تولید فولاد خام جهان، کشور چین و دنیای بدون چین ازنظر می‌گذرد. در جدول -۲ نیز روند تولید فولاد خام جهان از سال ۱۸۸۰ تا اول سال ۲۰۲۴ در طول ۱۴۳ سال گذشته مشاهده می‌گردد. شایان‌ذکر است در سطح جهان از سال ۱۹۰۰ تاکنون بالغبر ۵۳ میلیارد و ۵۷۲٫۵ میلیون تن فولاد خام تولیدشده است. میزان تولید فولاد جمهوری اسلامی ایران ٪ ۱٫۸ افزایش‌یافته است. در کشور ویتنام میزان تولید فولاد خام نسبت به سال ۲۰۲۲، ۵٪ کاهش داشته است. میزان تولید کشور یادشده در سال قبل ۱۹ میلیون تن برآورد شده است. بیشترین افزایش تولید فولاد جهان در کشور اسلواکی به میزان ۱۵٫۴٪ گزارش‌شده است. میزان تولید فولاد خام درکشورهای مختلف، به‌غیراز هند، ایران، آفریقای جنوبی، مصر، اندونزی، فنلاند و بنگلادش کاهش‌یافته است. در جدول-۳ سهم مناطق مختلف در تولید فولاد خام جهان در سال گذشته نشان داده‌شده است. میزان تولید فولاد خام جهان در ماه دسامبر سال ۲۰۲۳، ۱۳۵٫۷ میلیون تن بوده و نسبت به ماه مشابه سال قبل ۵٫۳٪ کاهش داشته است.

چین اولین کشور جهان است که میزان تولید فولاد خام سالانه آن برای پیج امین بار از مرز یک میلیارد تن بالا رفته است. میزان تولید فولاد خام این کشور با ۰٫۱٪ افزایش نسبت به سال ۲۰۲۲ به ۱۰۱۹٫۱ میلیون تن رسیده است (۳۶ میلیون تن آن فولاد ضدزنگ بوده است). ضمناً شرکت BaoWu چین نیز با تولید ۱۳۰٫۷۷ میلیون تن (۰٫۰۹٪ کاهش تولید) فولاد خام در سال ۲۰۲۳ در رأس شرکت‌های تولیدکننده فولاد خام جهان قرارگرفته است. در شکل-۱ روند تولید فولاد خام شرکت BaoWu چین رؤیت می‌شود. کشور چین برای تولید این میزان تولید فولاد خام، ۱٫۱۷۹ میلیارد تن سنگ‌آهن وارد کرده است که نسبت به سال قبل ۶٪ افزایش از خود نشان می‌دهد. میزان صادرات سنگ‌آهن برزیل به کشور چین در سال گذشته ۲۶۰٫۹ میلیون تن اعلام‌شده است. در شکل-۲ روند واردات سنگ‌آهن کشور چین مشاهده می‌شود. نسبت استفاده از ظرفیت‌های نصب‌شده فولادسازی‌های کشور چین در سال قبل ۸۶٫۸٪ گزارش‌شده است. میزان تولید فولاد خام کشور چین نسبت به سال ۲۰۰۵ بیش از ۲٫۸۴ برابر شده و سهم چین در سال ۲۰۲۳ در تولید فولاد خام جهان ۵۳٫۹۷٪ به ثبت رسیده است. در جدول-۴ روند تولید فولاد خام کشور چین طی سال‌های ۲۰۰۷- ۲۰۲۳ مشاهده می‌گردد. در سال ۲۰۲۳ ظرفیت تولید فولاد خام کشور چین بالغبر ۱٫۱۷۳ میلیارد تن بوده است. پیش‌بینی می‌شود، میزان

تولید فولاد خام کشور چین در سال جاری بالغبر ۱٫۲ میلیارد تن باشد. در سال پیشین، میزان کاهش تولید فولاد خام کشورهای به‌غیراز چین ۰٫۴۲٪ برآورد شده است.

شایان‌ذکر است، میزان تولید چدن مذاب کشور چین ۸۷۱ میلیون تن اعلام‌شده است (رده اول جهان). کشورهای هند و ژاپن نیز به ترتیب با تولید ۱۴۰٫۲ و ۸۷ میلیون تن فولاد خام در رده‌های دوم و سوم جهان قرار گرفتند. کشور هند در سال ۲۰۲۳، برای ششمین سال متوالی در رده دوم تولیدکنندگان فولاد دنیا ایستاده است. ظرفیت تولید فولاد خام کشور هند در سال ۲۰۲۳ بالغبر ۱۵۴ میلیون تن گزارش‌شده است. شایان‌ذکر است میزان تولید فولاد به روش کوره القایی در کشور هند در سال گذشته نزدیک به ۴۱ میلیون تن برآورد شده است. در شکل-۳ سهم فرایندهای تولید فولاد در کشور هند دیده می‌شود. میزان کاهش تولید فولاد خام کشور ژاپن در سال گذشته ۲٫۵٪ به ثبت رسیده است. سهم فرایندهای تولید فولادسازی کوره قوس الکتریکی و کنورتور اکسیژنی کشور ژاپن به ترتیب ۲۲٫۸۳(۲۶٫۲٪) و ۶۴٫۱۷ (۷۳٫۸٪) میلیون تن به ثبت رسیده است. سهم فولادهای کربنی و آلیاژی در تولید فولاد خام کشور ژاپن به ترتیب ۶۷٫۴ و ۱۹٫۴۵ میلیون تن گزارش‌شده است. در کشور ژاپن، بیش از ۲۵۲٫۴ هزار تن فولاد مذاب در تولید قطعات ریخته‌گری فولاد به مصرف رسیده است. کشور ژاپن در سال گذشته ۷۶٫۹۹۷ میلیون تن محصولات فولاد نوردی تولید کرده است. ضمناً کشور ژاپن در سال گذشته ۶۳٫۰۴ میلیون تن چدن مذاب تولید کرده است (رده سوم جهان).. کشور هند در سال پیشین ۱۴۰٫۲ میلیون تن فولاد خام تولید کرده است. در سال ۲۰۲۳، سهم کشور هند در تولید فولاد خام جهان ۷٫۴۵٪ برآورد شده است. میزان تولید چدن مذاب کشور هند در سال پیشین ۱۳۵٫۰۷ میلیون تن برآورد شده است (رده دوم جهان). ضمناً میزان تولید آهن اسفنجی این کشور ۴۹ میلیون تن به ثبت رسیده است (رده اول جهان). میزان تولید سنگ‌آهن کشور یادشده در سال ۲۰۲۳ بیش از ۲۸۲ میلیون تن برآورد شده است. در شکل -۴ ایالت‌های تولیدکننده سنگ‌آهن کشور هند در سال پیشین نشان داده‌شده است. در جدول -۵ روند تولید فولاد خام کشور ژاپن به نمایش درآمده است. کشور آمریکا همانند سال قبل در رده چهارم رده‌بندی تولیدکنندگان فولاد خام جهان قرارگرفته است. در جدول ۶ روند تولید فولاد خام کشور هند مشاهده می‌گردد. در سال ۲۰۲۳، قاره آسیا-اقیانوسیه نسبت به سال ۲۰۲۲ با ۰٫۷٪ افزایش تولید ۱۳۶۷٫۲ میلیون تن فولاد خام عرضه کرده است. در سال گذشته، کشورند ۵٫۵٪ افزایش تولید فولاد خام از خود نشان داده و به ۱۴۰٫۲ میلیون تن فولاد دست‌یافته است. نسبت استفاده از ظرفیت‌های نصب‌شده فولادسازی‌های کشور هند در سال گذشته ۲۰۲۳، ۸۳٫۸۶٪ بود ه است. شایان‌ذکر است ظرفیت تولید فولاد خام کشور هندوستان در سال ۲۰۲۳ بالغبر ۱۶۷٫۲ میلیون تن بوده است. در شکل-۵ توزیع ظرفیت‌های تولید فولاد خام کشور هند در سال ۲۰۲۳ به نمایش درآمده است. کشور ژاپن نسبت به سال قبل ۲٫۵ درصد کاهش تولید داشته است. کشور روسیه با ۵٫۶٪ افزایش ۷۵٫۸ میلیون تن فولاد تولید کرده است. کشور جمهوری کره نیز ۱٫۳٪ افزایش تولید از خود نشان داده و میزان تولید فولاد خام در این کشور ۶۶٫۷ میلیون تن بوده است. ضمناً در این کشور در سال قبل ۴۴٫۸۵۳ میلیون تن چدن مذاب تولیدشده است. میزان تولید فولاد خام کشور تایوان ۱۸٫۹ میلیون تن به ثبت رسیده که نسبت به سال ۲۰۲۲، ۸٫۹٪ کاهش تولید داشته است. اتحادیه اروپا (۲۷) در سال ۲۰۲۳، ۱۲۶٫۳ میلیون تن فولاد خام تولید کرده که نسبت به سال ۲۰۲۲، ۷٫۴٪ کمتر تولید داشته است. در کشورهای فرانسه و ایتالیا کاهش تولید به چشم می‌خورد. میزان کاهش تولید در دو کشور یادشده به ترتیب ۲٫۴ و ۱۷٫۴ درصد به ثبت رسیده است. در کشور فنلاند هم به میزان ۷٫۷٪ افزایش تولید مشاهده‌شده است. آلمان با ۳٫۹٪ کاهش تولید نسبت به سال ۲۰۲۲ به ۳۵٫۴۳۸ میلیون تن فولاد خام دست‌یافته و در رأس تولیدکنندگان فولاد اتحادیه اروپا (۲۷) و رده هفتم جهان قرارگرفته است. سهم فرایندهای تولید فولادسازی کوره قوس الکتریکی و کنورتور اکسیژنی کشور آلمان در سال پیشین به ترتیب ۹٫۸۰۶ (۲۷٫۷٪.) و ۲۵٫۶۳۲ (۷۲٫۳٪) میلیون تن بوده است. کشور آلمان در سال گذشته ۳۰٫۶۳۹ میلیون تن محصولات نوردی تولید کرده است. ضمناً کشور یادشده در سال قبل ۲۳٫۶۳۵ میلیون تن چدن مذاب تولید کرده است. کشور کوچک لوکزامبورگ (۲۵۸۶ کیلومترمربع) در سال پیشین ۱٫۹ میلیون تن فولاد (به روش کوره قوس الکتریکی با شارژ ۱۰۰٪ قراضه) تولید کرده است. در شکل-۶ روند تولید فولاد خام کشور لوکزامبورگ به نمایش گذاشته‌شده است. ازلحاظ تولید ویژه به ازای هر کیلومترمربع کشور لوکزامبورگ با ۷۳۴٫۵ تن تولید فولاد در رده اول جهان قرار دارد. در دیگر کشورهای اروپا با ۴٫۶٪ کاهش، ۴۱٫۷ میلیون تن فولاد خام تولیدشده است. در شمال آمریکا نیز در سال ۲۰۲۳، ۱۰۹٫۶ میلیون تن فولاد خام تولیدشده است که نسبت به سال ۲۰۲۲، ۱٫۷٪ کاهش تولید حاصل‌شده است. میزان تولید فولاد کشور آمریکا ۸۷ میلیون تن به ثبت رسیده که نسبت به سال قبل ۲٫۵ درصد کاهش تولید نشان می‌دهد. شایان‌ذکر است استفاده از ظرفیت‌های نصب‌شده فولادسازی‌ها در کشور ایالات‌متحده آمریکا در سال گذشته ۷۴٫۲۴٪ به ثبت رسیده است. در ناحیه آمریکای جنوبی با ۵٫۷٪ کاهش تولید، ۴۱٫۵ میلیون تن فولاد خام حاصل‌شده است. در کشور برزیل، با ۶٫۵٪ کاهش تولید

۳۱٫۹ میلیون تن فولاد خام به‌دست‌آمده است. در کشورهای مشترک‌المنافع با ۴٫۵٪ افزایش تولید ۸۸٫۱ میلیون تن فولاد خام حاصل‌شده است. روسیه با تولید ۷۵٫۸ میلیون تن فولاد خام در سال ۲۰۲۳ نسبت به سال گذشته ۵٫۶٪ افزایش تولید داشته و در رده پنجم جهان دنیا قرارگرفته است. کشور اوکراین با ۱٫۶ درصد کاهش تولید به ۶٫۲ میلیون تن فولاد خام دست‌یافته است. میزان تولید چدن مذاب کشور اوکراین در سال گذشته ۶ میلیون تن بوده است. میزان تولید محصولات فولادی کشور یادشده ۵٫۳۷ میلیون تن اعلام‌شده است. میزان افزایش تولید فولاد خام ناحیه خاورمیانه ۱٫۳٪ گزارش‌شده است. در ناحیه آفریقا در تولید فولاد خام ۵٫۷٪ افزایش تولید مشاهده‌شده است. میزان تولید فولاد خام در ناحیه خاورمیانه و آفریقا در سال قبل به ترتیب ۵۳٫۲ و ۲۲ میلیون تن گزارش‌شده است.

همان‌طوری که پیش‌بینی‌شده بود در سال گذشته میزان تولید فولاد خام ایران بیشتر از کشورهای ایتالیا، تایوان و ویتنام شد. با این میزان تولید، کشور ایران مجدداً در رده دهم تولیدکنندگان فولاد جهان باقی ماند. هم‌اکنون سهم ایران در تولید فولاد خام جهان٪ ۱٫۶۴ است. میزان تولید فولاد خام کشور ایران در سال ۲۰۲۳ با ۱٫۸٪ افزایش تولید به ۳۱٫۱ میلیون تن بوده است، درحالی‌که ظرفیت تولید فولاد خام ایران در سال قبل ۴۴٫۳۲ میلیون تن برآورد شده است. ضریب استفاده از ظرفیت‌های نصب‌شده تولید ایران در سال قبل ۷۰٫۲٪ بوده است. پیش‌بینی می‌شود، در سال جاری، ایران با جلو زدن از کشورهای ترکیه و برزیل به رده هشتم تولیدکنندگان فولاد جهان سعود کند و در بین کشورهای اسلامی رده اول را از آن خود کند. در شکل-۷ روند تولید فولاد خام کشور جمهوری اسلامی ایران مشاهده می‌گردد. کشور بنگلادش در سال‌های اخیر در تولید فولاد قدم‌های بلندی را برداشته است. کشور بنگلادش در سال پیشین ۵٫۵ میلیون تن فولاد خام تولید کرده است. روند تولید فولاد این کشور در جدول-۷ ازنظر می‌گذرد. کشور یادشده بزرگ‌ترین تخریب‌کننده کشتی‌های فرسوده و رده خارج‌شده در جهان هست. در شکل-۷ سهم کشورهای مختلف در تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳، دیده می‌شود. شایان‌ذکر است در سال گذشته میزان تولید فولاد خام کشور چین از حاصل جمع میزان تولید فولاد خام کشورهای هند، ژاپن، آمریکا، روسیه، کره جنوبی، آلمان، اکراین، ترکیه، برزیل، ایران و ایتالیا بیشتر بوده است. ترکیه در بین کشورهای اسلامی و همسایگان خود با تولید ۳۳٫۷۱۴ میلیون تن (با ۴٪ کاهش تولید) فولاد خام رده اول را کسب کرده است. میزان تولید فولاد خام کشور ترکیه به روش‌های کنورتور اکسیژنی و کوره الکتریکی (قوس+ القایی) در سال قبل به ترتیب ۹٫۴۵ (۲۸٪) و ۲۳٫۹۸ (۷۲٪) میلیون تن ثبت‌شده است. در جدول ۸ روند تولید فولاد خام کشور ترکیه به نمایش گذاشته‌شده است. این کشور در سطح جهان در تولید فولاد خام با جلو زدن از کشور برزیل، رده هشتم و در سطح اروپا نیز رده دوم را از آن خودکرده است. استفاده از ظرفیت‌های نصب‌شده واحدهای فولاد در ترکیه در سال گذشته ۶۱٫۲٪ برآورد شده است. میزان تولید فولاد خام کشورهای اسلامی در سال گذشته بالغبر ۱۴۲ میلیون تن به ثبت رسیده است. سهم کشورهای اسلامی در تولید فولاد خام جهان نزدیک به ۷٫۵۳٪ است. در جدول-۹ میزان تولید فولاد خام کشورهای اسلامی در سال ۲۰۲۳ مشاهده می‌گردد. در سال پیشین میزان تولید فولاد کشورهای عربی ۳۶٫۴۰۲ میلیون تن به ثبت رسیده است. کشور مصر با تولید ۱۰٫۴ میلیون تن فولاد در رأس کشورهای عربی قرارگرفته است. سهم کشورهای عربی در تولید فولاد خام جهان در سال پیشین ۱٫۹۳٪ بوده است. میزان تولید فولاد خام کشور قزاقستان در سال ۲۰۲۳ با ۵٫۵٪ کاهش تولید به ۳٫۹ میلیون تن رسیده است. میزان تولید فولاد خام امارات در سال قبل بالغبر ۳٫۲۲۶ میلیون تن بوده است. در جدول -۱۰ روند تولید فولاد خام کشور امارات ازنظر می‌گذرد. در سال ۲۰۲۳ ده کشور پیشتاز تولیدکننده فولاد ۸۴٫۸۱ درصد فولاد خام جهان را به دست آوردند. در جدول-۱۱ میزان تولید فولاد خام کشورهای مختلف جهان و رده‌بندی آن‌ها در سال ۲۰۲۳ مشاهده می‌گردد. در سال قبل کشورهای برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی (BRICS)، ۶۷٫۳۶٪ فولاد خام جهان را تولید کرده‌اند. در جدول-۱۲ نیز میزان تولید ماهیانه فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳ ازنظر می‌گذرد. همانطوری‌که در جدول-۱۲ ملاحظه می‌گردد، بیشترین تولید فولاد خام جهان در ماه مارچ ۲۰۲۳ به میزان ۱۶۵ میلیون تن و کمترین تولید ماهیانه فولاد خام جهان نیز در ماه دسامبر به میزان ۱۳۵٫۷ میلیون تن بوده است.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
World	1628.5	1691.2	1808.6	1880.1	1864	1864	1878.5	1888.2
China	808.8	831.7	928.26	1001.3	1053	1033	1033	1019.1
ROW	820.1	859.5	880.34	877.8	811	918	865.5	869.1

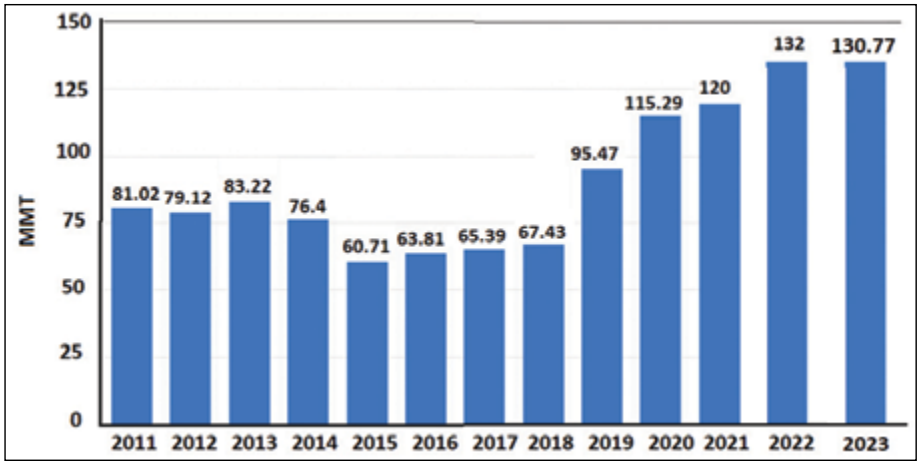
جدول -۱: روند تولید فولاد خام جهان، کشور چین و بقیه دنیا طی سال‌های اخیر

Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.	Year	Prod.
1880	4,0	1914	60,4	1929	120,8	1944	151,2	1959	305,7	1974	703,8	1989	780,0	2004	1071,4	2019	1869,9
1900	28,3	1915	66,6	1930	95,1	1945	113,1	1960	346,4	1975	643,0	1990	770.4	2005	1144,0	2020	1880,4
1901	31,0	1916	78,2	1931	69,6	1946	111,6	1961	351,3	1976	675,5	1991	733,6	2006	1247,1	2021	1950,5
1902	34,5	1917	82,0	1932	50,7	1947	138,0	1962	380,1	1977	675,8	1992	719,7	2007	1351,3	2022	1878.5
1903	36,1	1918	77,2	1933	68,0	1948	155,3	1963	387,1	1978	717,2	1993	727,5	2008	1326,5	2023	1888.2
1904	36,3	1919	58,5	1934	82,4	1949	160,0	1964	433,4	1979	746,4	1994	725,1	2009	1219,7		
1905	44,9	1920	72,5	1935	99,5	1950	191,6	1965	454,0	1980	716,4	1995	752,3	2010	1413,6		
1906	51,2	1921	45,2	1936	124,3	1951	211,1	1966	472,7	1981	707,0	1996	750,1	2011	1490,1		
1907	53,0	1922	68,8	1937	135,7	1952	211,6	1967	497,2	1982	645,0	1997	799,0	2012	1552,9		
1908	41,4	1923	78,3	1938	110,0	1953	234,8	1968	529,8	1983	663,4	1998	777,3	2013	1649,3		
1909	54,2	1924	78,5	1939	137,1	1954	223,8	1969	574,6	1984	710,3	1999	789,3	2014	1670,1		
1910	60,3	1925	90,4	1940	140,6	1955	270,0	1970	595,4	1985	718,9	2000	850,1	2015	1620,4		
1911	60,5	1926	93,4	1941	153,8	1956	283,5	1971	582,6	1986	714,0	2001	851,1	2016	1606,3		
1912	72,8	1927	101,8	1942	151,4	1957	292,5	1972	630,7	1987	735,5	2002	904,2	2017	1674,8		
1913	76,4	1928	110,0	1943	159,6	1958	274,3	1973	697,5	1988	780,1	2003	969,9	2018	1808,4		

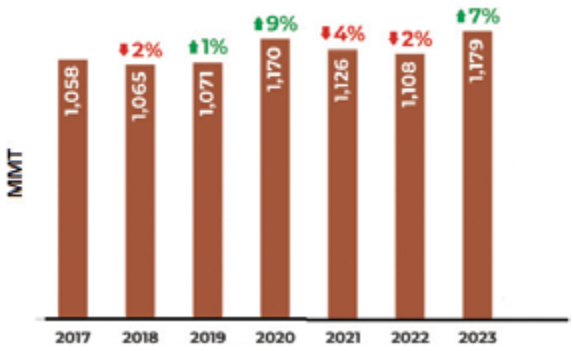
جدول-۲: روند تولید فولاد خام جهان از سال ۱۸۸۰ تاکنونk

ناحیه	تولید (میلیون تن)
آسیا+ اقیانوسیه	۱۳٦۷.۲
اتحادیه اروپا (۲۷)	۱۲٦.۳
شمال آمریکا	۱۰۹.٦
کشورهای مشترک المنافع	۸۸.۱
خاور میانه	۵۳.۹
دیگر کشورهای اروپا	٤۱.۷
جنوب آمریکا	٤۱.۵
آفریقا	۲۲

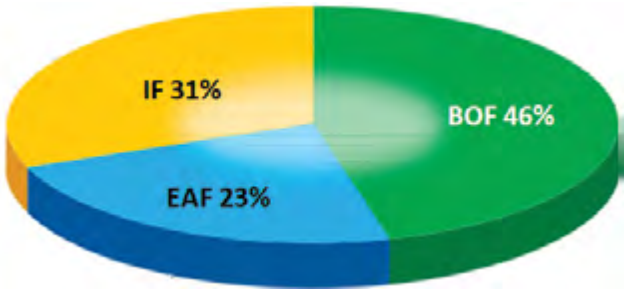
جدول-۳: سهم مناطق مختلف در تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳



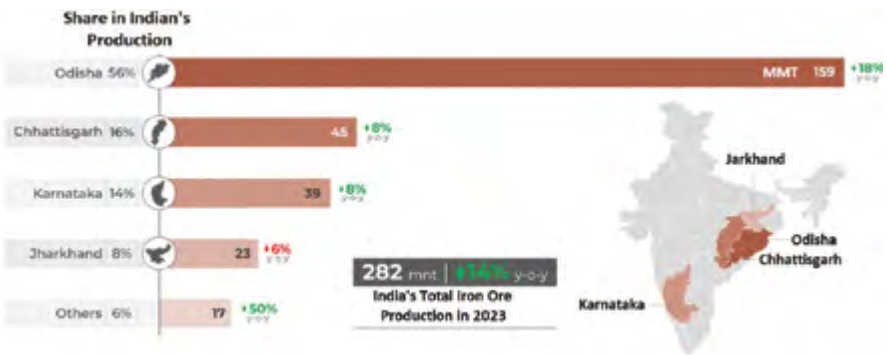
شکل-۱: روند تولید فولاد خام شرکت BaoWu چین



شکل-۲: روند واردات سنگ‌آهن کشور چین



شکل-۳: سهم فرایندهای تولید فولاد در کشور هند



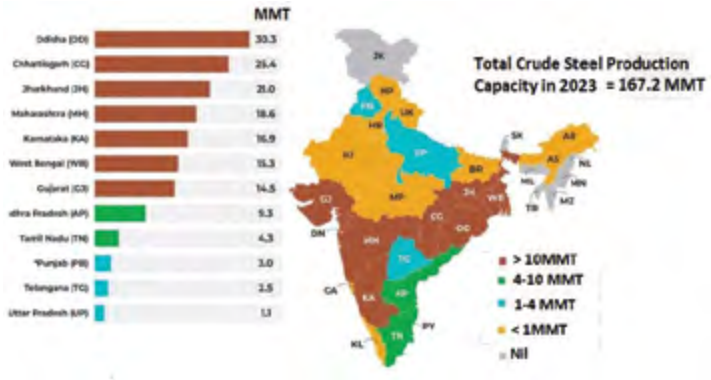
شکل-٤: ایالت‌های تولیدکننده سنگ‌آهن کشور هند در سال ۲۰۲۳

YEAR	MMT	YEAR	MMT
2007	489.7	2016	808.4
2008	512.3	2017	870.86
2009	577.1	2018	926.26
2010	636.7	2019	1001.3
2011	684.8	2020	1064.8
2012	716.5	2021	1032.8
2013	822	2022	1013
2014	822.7	2023	1019.1
2015	803.8		

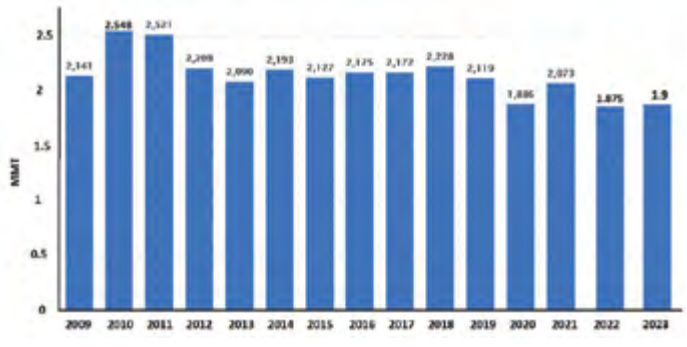
جدول - ٤: روند تولید فولاد خام کشور چین طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۲۳

Year	MMT	Year	MMT
2011	107.6	2017	104.66
2012	107.2	2018	104.33
2013	107.7	2019	99.28
2014	110.7	2020	83.2
2015	105.1	2021	96.3
2016	104.8	2022	87

جدول-۵: روند تولید فولاد خام کشور ژاپن



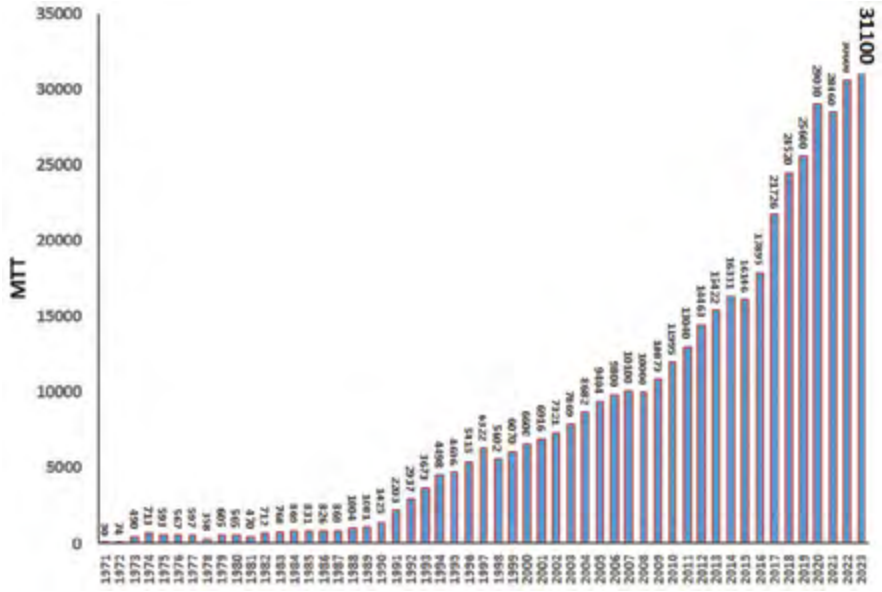
شکل-۵: توزیع ظرفیت‌های تولید فولاد کشور هند در ایالت‌های مختلف در سال ۲۰۲۳



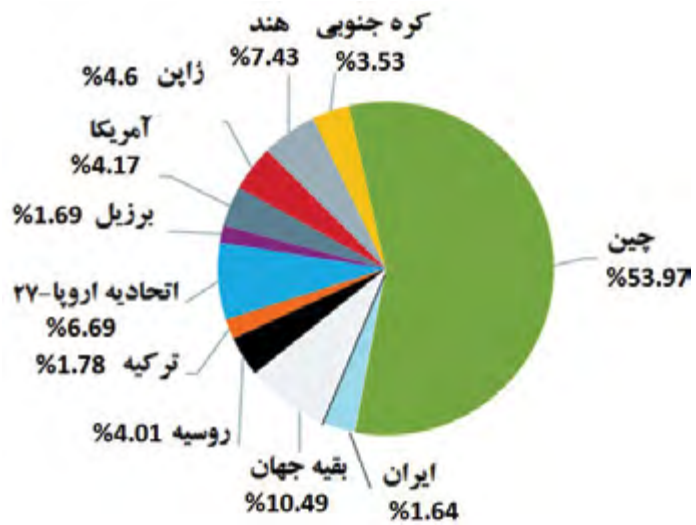
شکل- ٦: روند تولید فولاد خام کشور لوکزامبورگ

Year	MTT	Year	MTT
2012	1900	2018	3800
2013	1900	2019	5100
2014	2800	2020	5500
2015	3500	2021	5500
2016	3500	2022	5200
2017	3500	2023	5500

جدول-۷: روند تولید فولاد خام کشور بنگلادش



شکل-۷: روند تولید فولاد خام ایران در طول ۵۳ سال گذشته



شکل- ۸: سهم کشورها و نواحی مختلف در تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳

Year	Production MTT	Year	Production MTT
2008	26806	2016	33163
2009	25304	2017	37523
2010	29143	2018	37311
2011	34107	2019	33743
2012	35885	2020	35763
2013	34654	2021	40360
2014	34035	2022	35100
2015	31517	2023	33700

جدول -۸: روند تولید فولاد خام کشور ترکیه

Country	MTT	Country	MTT
Turkey	33714	Bahrain	1186
Iran	31139	Qatar	1146
Indonesia	16000	Kuwait	1000
Egypt	10354	Uzbekistan	1000
S. Arabia	9940	Libya	902
Malaysia	7504	Nigeria	650
Bangladesh	5500	Bosnia-Herzegovina	620
Pakistan	5335	Azerbaijan	350
Algeria	4421	Jordan	300
Kazakhstan	3923	Yemen	100
UAE	3236	Tunisia	70
Oman	2420	Total	142207
Morocco	1397		

جدول-۹: میزان تولید فولاد خام کشورهای اسلامی در سال ۲۰۲

Year	MTT	Year	MTT
2010	500	2017	3309
2011	2000	2018	3247
2012	2408	2019	3327
2013	2878	2020	2722
2014	2390	2021	2997
2015	3006	2022	3200
2016	3149	2023	3226

جدول-۱۰: روند تولید فولاد خام کشور امارات

#	Country	MMT	#	Country	MMT	#	Country	MMT
1	China	1019.08	15	Indonesia	16	29	Pakistan	5.335
2	India	140.172	16	Canada	12.25	30	Thailand	4.96
3	Japan	86.996	17	Spain	11.262	31	Argentina	4.928
4	USA	80.664	18	Egypt	10.354	32	South Africa	4.871
5	Russia	75.8	19	France	10.011	33	Netherland	4.676
6	Korean Rep.	66.676	20	S. Arabia	9.940	34	Slovakia	4.47
7	Germany	35.438	21	Malaysia	7.504	35	Algeria	4.421
8	Turkey	33.714	22	Austria	7.133	36	Sweden	4.258
9	Brazil	31.869	23	Poland	6.437	37	Kazakhstan	3.923
10	Iran	31.139	24	Ukraine	6.228	38	Finland	3.811
11	Italy	21.076	25	Belgium	5.895	39	Czechia	3.384
12	Vietnam	19	26	UK	5.576	40	UAE	3.236
13	Taiwan	18.94	27	Bangladesh	5.5		Others	39.6
14	Mexico	16.26	28	Australia	5.459		Total	1888.245

جدول-۱۱: میزان تولید فولاد خام کشورهای مختلف جهان و رده‌بندی آن‌ها در سال ۲۰۲۳

ماه	J	F	M	A	M	J
MMT	145.3	142.4	165	161.4	161.6	158.8
ماه	J	A	S	O	N	D
MMT	158.5	152.6	149.3	150	145.5	135.7

جدول -۱۲: میزان تولید ماهیانه فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۳

راهکاری برای تقویت ارزآوری و توسعه صنعت فولاد ایران

فولاد تحریریه نشریه

صنعت فولاد ایران با تکیه‌بر منابع غنی معدنی و ذخایر انرژی، در مسیر توسعه قرار دارد، اما کاهش چشمگیر صادرات در سال ۱۴۰۳ نشان‌دهنده چالش‌هایی است که بر سر راه این صنعت قرار دارد. این گزارش به بررسی وضعیت کنونی صادرات فولاد، تأثیر آن بر ارزآوری و اهمیت رفع موانع موجود برای تقویت صادرات و افزایش بهره‌وری صنعت فولاد ایران می‌پردازد.

به گزارش خبرنامه فولاد، به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین عناصر صنایع مختلف، نقشی بی‌بدیل در توسعه اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. ایران با برخورداری از منابع معدنی غنی و ذخایر انرژی فراوان به یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان فولاد در منطقه تبدیل‌شده‌است.

بااین‌حال چالش‌های متعددی مانند کاهش تقاضای داخلی، موانع ارزی و محدودیت‌های صادراتی، شرایط را برای تولیدکنندگان فولاد ایران دشوار کرده است.

در این گزارش، وضعیت کنونی صادرات فولاد ایران و نقش آن در ارزآوری برای کشور موردبررسی قرار می‌گیرد و به چالش‌ها و فرصت‌های پیشروی این صنعت پرداخته می‌شود. وضعیت صادرات فولادکشور در ۴ ماهه ۱۴۰۳ بر اساس آمارهای منتشرشده توسط انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، صادرات فولاد در چهار ماه نخست سال ۱۴۰۳ با کاهش چشمگیری مواجه بوده است. این کاهش ۱۴ درصدی، معادل حدود ۶۰۰ هزار تن به ارزش ۲۷۰ میلیون دلار، زنگ خطری برای صنعت فولاد کشور به شمار می‌آید.

کاهش صادرات در بخش‌های مختلف زنجیره فولاد ازجمله آهن اسفنجی با ۲۳ درصد، تیرآهن با ۷.۶ درصد و فولاد میانی با ۴۷ درصد نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب صادرات در این صنعت است.

یکی از دلایل اصلی کاهش صادرات، الزام به بازگشت ارز صادراتی به نرخ نیما است.

این سیاست، صادرکنندگان را مجبور به فروش دلارهای حاصل از صادرات با نرخ پایین‌تر از بازار آزاد می‌کند که سودآوری صادرات را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده است. علاوه بر این، مشکلات ناشی از تأمین برق و قطعی‌های مکرر در صنایع فولادی نیز به کاهش تولید و صادرات این محصولات دامن زده است.

تأثیر کاهش صادرات بر ارزآوری کشور فولاد یکی از اصلی‌ترین منابع ارزآوری برای ایران محسوب می‌شود. کاهش صادرات این محصول نه‌تنها باعث کاهش درآمدهای ارزی کشور می‌شود، بلکه به دلیل عدم تأمین بازارهای بین‌المللی، موجب کاهش بهره‌وری و سودآوری در صنایع فولادی داخلی نیز می‌گردد. با توجه به اینکه ظرفیت تولید فولاد در کشور به‌طور قابل‌توجهی افزایش‌یافته است، بااین‌وجود مصرف داخلی این محصول با رکود مواجه است و در این شرایط نیاز به بازارهای خارجی برای حفظ تولید و افزایش درآمدهای ارزی ضروری به نظر می‌رسد.

فرصت‌ها و راهکارهای افزایش صادرات فولاد

درحالی‌که چالش‌های متعددی بر سر راه صادرات فولاد ایران قرار دارد، اما فرصت‌های مهمی نیز برای تقویت این حوزه وجود دارد. یکی از این فرصت‌ها، رفع موانع ارزی و ایجاد تسهیلات برای صادرکنندگان است. تصمیم اخیر بانک مرکزی درزمینهٔ مجاز دانستن واردات درازای صادرات با نرخ توافقی، می‌تواند گامی مثبت در جهت تسهیل تجارت خارجی و افزایش صادرات فولاد باشد. این اقدام نه‌تنها به بهبود وضعیت ارزی کشور کمک می‌کند، بلکه به افزایش درآمدهای شرکت‌های فعال در صنایع فولادی و توسعه زنجیره‌های تولید نیز منجر خواهد شد.

بهره‌برداری از ظرفیت‌های صادراتی و توسعه بازارهای جدید می‌تواند نقش مهمی در افزایش ارزآوری داشته باشد. حضور در بازارهای بین‌المللی جدید، خصوصاً در مناطقی که نیاز به فولاد بالاست، می‌تواند به گسترش صادرات و افزایش درآمدهای ارزی منجر شود.

علاوه بر این توسعه زیرساخت‌های تولید و کاهش وابستگی به منابع خارجی نیز می‌تواند به افزایش رقابت‌پذیری و بهره‌وری صنعت فولاد ایران کمک کند.

صنعت فولاد ایران باوجود پتانسیل‌های فراوان با چالش‌های جدی مواجه است که کاهش صادرات یکی از مهم‌ترین آن‌هاست. رفع موانع ارزی، تأمین انرژی پایدار و بهره‌برداری از بازارهای جدید ازجمله اقداماتی است که می‌تواند به تقویت صادرات و افزایش ارزآوری در این حوزه منجر شود.

با توجه به اهمیت استراتژیک این صنعت، حمایت دولت و اتخاذ سیاست‌های مناسب می‌تواند به توسعه پایدار صنعت فولاد و حفظ جایگاه ایران در بازارهای جهانی کمک کند.

اهمیت ساخت یک‌میلیون واحد مسکونی با رویکرد صنعتی سازی ساختمان

مهدی کوهی
مدیرعامل ذوب‌آهن اصفهان
فرید نائینی
رئیس انجمن تولیدکنندگان و فناوران صنعتی ساختمان

صنعتی شدن باید با بررسی دقیق سیستم‌ها و فناوری‌های مطرح روز دنیا و امکان‌سنجی برای بومی‌سازی آن‌ها و همچنین حصول اطمینان از پاسخگویی به نیازهای فرهنگی، محیطی و اقلیمی و نیز قابلیت انطباق آن با الگوهای ساخت در کشور آغاز شود و با فرهنگ سازی و تقویت صنایع مرتبط و ارائه آموزش‌های لازم، در جهت تضمین کیفیت تولید ساختمان و اجرای فناوری‌های مناسب و منطبق با شرایط و ویژگی‌های جامعه و کشور گسترش یابد.

تجربه جهانی نشان داده است در زمان‌هایی که نیاز به ساخت تعداد زیادی ساختمان وجود دارد برنامه‌ریزی، مدیریت و رشد هماهنگ صنایع وابسته، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

صنعتی سازی، فرایندی نسبتاً طولانی است که نیاز به تفکر مهندسی و سیستماتیک به‌صورت بلندمدت دارد و سیاستی است که باید تمامی بخش‌های دست‌اندرکار در حوزه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت، آموزش و ترویج، ساخت، تأمین منابع اقتصادی و تربیت نیروهای انسانی برای گسترش آن تلاش کنند.

صنعتی سازی ساختمان به معنای ایجاد سیستم‌های تولید پیش‌ساخته قطعات، مدل‌های ساختمانی و سازه‌ها در محیط حفاظت‌شده (کارخانه) و انتقال آن به کارگاه برای مونتاژ یا نصب است، ازجمله نمونه‌های صنعتی سازی ساختمان می‌توان به تولید انواع مقاطع فولادی در سایزهای متنوع اشاره نمود.

مزایای صنعتی سازی ساختمان با اسکلت فلزی

صنعتی سازی ساختمان‌ها با اسکلت فلزی، نسبت به ساختمان‌های بتنی مزایای بسیار زیادی دارد. برخی از مهم‌ترین این مزایا عبارت‌اند از:

- **ماندگاری:** دوام سازه فولادی نسبت به دیگر سازه‌ها باعث شده تا با مراقبت درست، این نوع سازه عمر طولانی‌تری داشته باشد.
- **استحکام:** استحکام قطعات فلزی بالا و نسبت به وزن از مصالح بتنی مقاوم‌تر هستند، این امر در دهانه‌های بزرگ سوله‌ها و ساختمان‌های مرتفع بسیار حائز اهمیت است.
- **خواص همگن:** فلز در کارخانه‌های بزرگ تحت نظارت دقیق تولید می‌شود و می‌توان از همگن بودن آن اطمینان حاصل کرد زیرا خواص آن برخلاف بتن تحت تأثیر عوامل خارجی قرار نمی‌گیرد. اطمینان در همگن بودن خواص مواد در ضریب ایمنی که باعث صرفه‌جویی در مصرف مواد می‌شود، مؤثر است.
- **ماهیت کشسانی:** می‌توان با اطمینان در محاسبات ممان اینرسی یک مقطع فولادی را وارد کرد، درحالی‌که در مورد مقاطع بتنی اعداد مربوطه قابل‌اعتماد نیستند.
- **شکل‌پذیری:** یکی دیگر از ویژگی‌های مثبت فلزات،

شکل‌پذیری آن‌هاست که قادر است از تمرکز تنش که عامل شکست هست، جلوگیری کرده و در مقابل نیروهای دینامیکی و ضربه‌ای مقاومت کند، درحالی‌که مصالح بتن به دلیل شکنندگی در برابر این نیروها، بسیار ضعیف می‌باشد. به بیانی دیگر سازه‌های فولادی به‌طور ناگهانی تخریب نمی‌شوند و زمان کافی برای تخلیه و تعمیر آن‌ها وجود دارد.

- **تداوم مواد:** قطعات فلزی به دلیل مواد تشکیل‌دهنده آن‌ها پیوسته و همگن هستند، اما در قطعات بتنی، آسیب در هر زلزله باعث آسیب به پوشش بتنی روی میلگرد می‌شود و ترک‌هایی در پوشش بتنی ایجاد می‌شود که قابل‌کنترل نیست و احتمال ضعیف شدن ساختمان وجود دارد که حتی ممکن است در پس‌لرزه یا زلزله بعدی ویران شود.

* **انفجار:** سازه‌های فولادی نسبت به سازه‌های بتنی، مقاومت بیشتری در برابر انفجار دارند.

- **تقویت و امکان سخت شدن:** ضعف در یک سازه فلزی که ناشی از محاسبه اشتباه در قوانین اجرایی است را می‌توان با جوشکاری، پرچ کردن و پیچ کردن قطعات جدید و افزودن قطعات یا دهانه‌ها تقویت کرد.
- **مقاومت متعادل مواد:** مصالح فلزی دارای استحکام کششی و فشاری یکسان هستند، بنابراین امکان تغییر موقعیت بار بدون آسیب وجود دارد یعنی در صورت تبدیل نیروی فشاری به کششی مشکل خاصی پیش نمی‌آید. در ساختمان‌های بتن‌آرمه، مقاومت بتن در فشار خوب است، اما در حالت کششی یا برشی کم بوده، بنابراین اگر مناطقی تحت نیروی کششی قرار بگیرند، ترک و آسیب پیدا می‌کنند.
- **ضایعات مواد:** به دلیل تهیه قطعات اسکلت فلزی در کارخانه‌ها، ضایعات مصالح آن‌ها کمتر از تهیه و استفاده از بتن است.
- **شرایط ساخت و نصب آسان:** تهیه قطعات فلزی در کارخانه‌ها و نصب آن در شرایط مختلف آب‌وهوایی با هماهنگی‌های لازم قابل انجام است.
- **سرعت نصب:** سرعت اجرا و نصب قطعات فلزی به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از قطعات بتنی است. تکمیل سریع کار باعث می‌شود که پروژه به‌موقع مورد بهره‌برداری قرار گیرد.
- **وزن کم:** میانگین وزن ساختمان‌های فولادی را می‌توان بین ۲۴۵ تا ۳۹۰ کیلوگرم بر مترمربع یا بین ۸۰ تا ۱۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب تخمین زد، درحالی‌که در سازه‌های بتن‌آرمه این ارقام به ترتیب بین ۴۸۰ تا ۷۸۰ کیلوگرم بر مترمربع، یا ۱۶۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.
- **فضای اشغال‌شده کمتر:** در دو ساختمان برابر ازنظر ارتفاع و ابعاد ستون، تیرهای ساختمان‌های فلزی ازنظر ابعاد کوچک‌تر از تیرهای ساختمان‌های بتنی است و اشغال یا فضای پرت در ساختمان‌های بتنی بیشتر از ساختمان‌های فلزی است.
- **افزایش کیفیت اسکلت ساختاری:** افزایش کیفیت اسکلت سازه به دلیل کنترل‌های قبل، حین و بعد از اجرای سازه‌ها و همچنین کنترل کامل مصالح و وجود سیستم کنترل کیفی مستقر در مجموعه ساختمانی ازنظر ابعاد و جوش باعث کیفیت بالای نهایی می‌شود.
- **برگشت‌پذیری کامل مواد:** برگشت‌پذیری کامل مصالح سازه‌های فولادی و امکان استفاده مجدد از آن‌ها به‌خصوص در سازه‌های پیچ و مهره‌ای از دیگر ویژگی‌های سازه‌های فلزی است.

همان‌طور که اشاره شد هنوز هم در میان بسیاری از شرکت‌های ساختمانی، صنعتی سازی ساختمان به معنای ساخت قطعات مدولار در کارخانه و نصب و مونتاژ آن‌ها در کارگاه‌های ساختمانی است که البته توانسته امتیازات صنعتی سازی را تا حد قابل‌توجهی نمایان سازد اما فرایند پیش مونتاژ در صنعتی سازی ساختمان به چه معنی است؟

می‌توان کارگاه پیش مونتاژ قطعات ساختمان را در نزدیکی سایت ایجاد کرد تا هزینه‌های حمل‌ونقل کاهش پیدا کند. باید در نظر داشت در فرآیند پیش مونتاژ، نیروی انسانی ماهر بیشترین سرمایه موردنیاز است. باید این نکته را هم موردتوجه قرارداد که در صنعتی سازی ساختمان، میزان فعالیت‌های مدیریتی و مهندسی نسبت به ساختمان‌سازی سنتی افزایش پیدا می‌کند.

ساختمان‌های بلندمرتبه با مقاطع مدولار ذوب‌آهن اصفهان ساخته می‌شوند

مهدی کوهی مدیرعامل ذوب‌آهن اصفهان، مجتمع عظیم صنعتی که تیرآهن‌های بال‌پهن را در سایزهای متنوع تولید و به بازار عرضه کرده است در خصوص نقش‌آفرینی این مجتمع در مبحث صنعتی سازی ساختمان گفت: ذوب‌آهن پیشران توسعه راه‌آهن سراسری، مترو کلان‌شهرها و صنعتی سازی ساختمان بر اساس برنامه تحولی تدوین‌شده توسعه سبد محصولات ارزش افزا که تیرآهن بال نیز ازجمله آن‌ها می‌باشد را با جدیت تمام در دستور کار قرار داده است.

وی از تأمین مواد اولیه کیفی برای شارژ خط تولید با رویکرد اقتصادی و همچنین کمترین ضایعات خبر داد و بیان کرد: محصولات ذوب‌آهن اصفهان به لحاظ کیفیت همواره در صدر درخواست‌های مشتریان قرار دارند و این مجتمع عظیم صنعتی آمادگی کامل خود را برای تأمین فولاد موردنیاز طرح نهضت ملی مسکن اعلام نموده است.

مدیرعامل ذوب‌آهن اصفهان تصریح کرد: در راستای فرمایشات مقام معظم رهبری مبنی بر اینکه یکی از اولویت‌های قطعی در مسائل اقتصادی، بخش مسکن است، ۹۰ هزار تن سبد میلگرد این مجتمع عظیم صنعتی در اسفندماه سال گذشته از طریق بورس کالا عرضه شد.

مهدی کوهی خاطرنشان کرد: بر اساس تعامل بسیار خوبی که با وزارت راه و شهرسازی و نظام‌مهندسی ساختمان داریم نقشه ساختمان‌های بلندمرتبه ۱۵، ۲۵ و ۵۰ طبقه از سوی این مراجع در اختیار ذوب‌آهن قرار می‌گیرد و بر این اساس مقاطع فولادی در محل مجتمع به‌صورت مدولار آماده‌شده و به محل سایت پروژه ارسال می‌شود.

مدیرعامل ذوب‌آهن اصفهان مزایای استفاده از تیرآهن‌های بال‌پهن تولیدی این مجتمع در راستای صنعتی سازی ساختمان را ایمنی، تسریع در ساخت‌وساز، کاهش قیمت تمام‌شده ساختمان، افزایش فضای مفید و ... برشمرد که همه این شاخص‌ها در احداث ساختمانی استاندارد برای هم‌وطنان نقش کلیدی دارد.

فرید نائینی رئیس انجمن تولیدکنندگان و فناوران صنعتی ساختمان نیز اظهار داشت: بر اساس اطلاع‌رسانی‌ها،

صنعتی سازی ساختمان به یک گفتمان غالب تبدیل‌شده و موردتوجه ویژه قرارگرفته است، البته هنوز در این مسیر جای کار فراوانی وجود دارد.

وی افزود: همه منابع لازم برای توسعه صنعتی ساختمان را در اختیارداریم، اما لازم است درزمینهٔ استفاده بهینه از آن‌ها برنامه‌ریزی اصولی صورت بگیرد، به‌عنوان‌مثال کارخانه‌جات فولادی در بخش تأمین پایدار انرژی با مشکلات فراوانی در فصول مختلف سال مواجه هستند تا اصلی‌ترین نیاز صنعتی سازی ساختمان که همان فولاد موردنیاز است را تولید کنند، بنابراین نیاز است سیاست‌گذاران از صنعت مادر فولاد حمایت ویژه‌ای داشته باشند تا صنعتی سازی ساختمان با رشد و توسعه بیشتری گسترش یابد.

رئیس انجمن تولیدکنندگان و فناوران صنعتی ساختمان اظهار داشت: طرح ساخت یک‌میلیون واحد مسکونی در سال که از سوی دولت مطرح شد فرصت بسیار مغتنمی است که این ساختمان‌ها با رویکرد صنعتی سازی، ساخته‌شده و در اختیار هم‌وطنان عزیزمان قرار بگیرند.

نائینی خاطرنشان کرد: بهره‌گیری از علم جامعه دانشگاهی کشور و جامعه مهندسی نیز درزمینهٔ صنعتی سازی ساختمان بسیار مؤثر و راهگشا بوده و نیاز است این رویکرد بیش از گذشته موردتوجه مسئولین قرار بگیرد.

وی برخی از مصداق‌های این رویکرد را تحت عنوان ساختمان سبز، حفظ محیط‌زیست، مدیریت انرژی و... برشمرد که ازجمله مؤلفه‌های انقلاب صنعتی چهارم و صنعتی سازی ساختمان، قلمداد می‌شوند.

ایمنی در معادن؛ یک سرمایه‌گذاری هوشمندانه

فولاد تحریریه نشریه

انفجار در معدن زغال‌سنگ طبس که فوت تعدادی از معدن کاران تلاشگر را در پی داشت، مقوله اهمیت ایمنی در معادن را بیش از گذشته برای همگان آشکار نمود و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین در معادن مانند هوش مصنوعی را موردتوجه قرارداد. سرفصل ویژه‌ای که همواره در کشورهای پیشرفته عملیاتی می‌شود، اما در کشور ما هنوز در این بخش اقدامات قابل‌توجهی صورت نگرفته است.

کشورهای پیشرو درزمینهٔ ایمنی معادن مانند استرالیا، کانادا و ایالات‌متحده استانداردهای سخت‌گیرانه‌ای را برای ایمنی معادن وضع کرده‌اند. این استانداردها شامل استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای پایش شرایط معدن، سیستم‌های هشدار سریع و آموزش‌های مداوم کارکنان می‌شود. یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها درزمینهٔ ایمنی معادن، استفاده از سیستم‌های اتوماسیون و روباتیک است.

این فناوری‌ها امکان انجام عملیات خطرناک بدون حضور مستقیم انسان را فراهم می‌کنند. به‌عنوان‌مثال در برخی معادن استرالیا، کامیون‌های خودران برای حمل مواد معدنی استفاده می‌شوند که خطر تصادفات را کاهش می‌دهد.

سیستم‌های پایش محیطی پیشرفته نیز نقش مهمی در افزایش ایمنی معادن دارند. این سیستم‌ها قادرند تغییرات جزئی در ترکیب هوا، دما، فشار و حتی لرزش‌های زمین را قبل از وقوع حادثه هشدار دهند. در معادن زغال‌سنگ، سنسورهای پیشرفته گاز متان می‌توانند حتی کوچک‌ترین نشت گاز را شناسایی کرده و سیستم‌های تهویه را به‌طور خودکار فعال کنند. آموزش و آمادگی کارکنان نیز در سطح جهانی بسیار جدی گرفته می‌شود.

در بسیاری از کشورها، کارگران معدن باید دوره‌های آموزشی منظم و شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی را برای آمادگی در برابر شرایط اضطراری بگذرانند. این آموزش‌ها شامل نحوه استفاده از تجهیزات نجات، روش‌های تخلیه اضطراری و اقدامات اولیه در صورت بروز حادثه است. علاوه بر این، بسیاری از کشورها قوانین سخت‌گیرانه‌ای برای بازرسی‌های منظم و مستقل از معادن وضع کرده‌اند. این بازرسی‌ها نه‌تنها شرایط فیزیکی معدن، بلکه فرهنگ ایمنی حاکم بر محیط کار را نیز ارزیابی می‌کنند. شرکت‌های معدنی که استانداردهای ایمنی را رعایت نکنند، با جریمه‌های سنگین و حتی تعطیلی موقت یا دائم روبه‌رو می‌شوند.

مقایسه وضعیت ایران با استانداردهای جهانی

مقایسه وضعیت ایمنی معادن در ایران با استانداردهای جهانی نشان می‌دهد که فاصله قابل‌توجهی وجود دارد، درحالی‌که در سطح جهانی، فناوری‌های پیشرفته و سیستم‌های مدیریتی پیچیده برای افزایش ایمنی به کار گرفته می‌شوند، در ایران هنوز با مشکلات اساسی مانند کمبود تجهیزات ایمنی اولیه و عدم رعایت استانداردهای پایه مواجه هستیم.

یکی از مهم‌ترین تفاوت‌ها، نحوه برخورد با مسئله ایمنی است. در کشورهای پیشرفته، ایمنی به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری ضروری و بلندمدت در نظر گرفته می‌شود، درحالی‌که در ایران به گفته کارشناسان، هنوز به‌عنوان یک هزینه مؤثر به آن نگاه نمی‌شود. استفاده از فناوری‌های نوین نیز یکی دیگر از تفاوت‌های اساسی است.

درحالی‌که در معادن پیشرفته جهان، سیستم‌های هوشمند پایش و کنترل، روباتیک و اتوماسیون به‌طور گسترده مورداستفاده قرار می‌گیرند، در ایران هنوز از تجهیزات و روش‌های قدیمی استفاده می‌شود. نظام آموزشی و فرهنگ

ایمنی نیز تفاوت چشمگیری دارد. در کشورهای پیشرفته، آموزش مداوم و ایجاد فرهنگ ایمنی در اولویت قرار دارد، اما در ایران به گفته کارشناسان، هنوز آموزش‌ها سطحی و ناکافی بوده و فرهنگ ایمنی به‌خوبی نهادینه نشده است.

همچنین سیستم مدیریت ریسک در معادن ایران در مقایسه با استانداردهای جهانی، ضعیف‌تر عمل می‌کند، درحالی‌که در کشورهای پیشرفته، ارزیابی مداوم ریسک و اجرای اقدامات پیشگیرانه بخش جدایی‌ناپذیر عملیات معدنی است.

در ایران این فرآیند اغلب به‌صورت سطحی و غیر سیستماتیک انجام می‌شود. علاوه بر این، مسئله تأمین مالی برای بهبود ایمنی نیز چالش بزرگی در صنعت معدن ایران است، درحالی‌که در کشورهای پیشرفته، سرمایه‌گذاری در ایمنی به‌عنوان یک اولویت اقتصادی در نظر گرفته می‌شود، در ایران به دلیل مشکلات اقتصادی و فشارهای مالی، اغلب این بخش با کمبود بودجه مواجه است.

نکته قابل‌توجه دیگر، تفاوت در سطح مکانیزاسیون و اتوماسیون معادن است. در کشورهای توسعه‌یافته، استفاده از ماشین‌آلات پیشرفته و سیستم‌های اتوماتیک، خطرات ناشی از حضور مستقیم انسان در محیط‌های خطرناک را کاهش داده است اما در ایران، هنوز بسیاری از فعالیت‌های معدنی به‌صورت سنتی و با حضور مستقیم نیروی انسانی انجام می‌شود که این امر ریسک حوادث را افزایش می‌دهد.

درزمینهٔ قوانین و مقررات نیز تفاوت‌های قابل‌توجهی وجود دارد. در کشورهای پیشرفته، قوانین سخت‌گیرانه‌ای برای ایمنی معادن وجود دارد و مجازات سنگینی برای شرکت‌هایی که این قوانین را نقض می‌کنند در نظر گرفته‌شده است، اما در ایران به‌رغم وجود قوانین، اجرا و نظارت بر آن‌ها اغلب با چالش‌هایی روبه‌رو است.

با توجه به این تفاوت‌ها، کارشناسان معتقدند که برای ارتقاء سطح ایمنی در معادن ایران، نیاز به یک برنامه جامع و بلندمدت وجود دارد. این برنامه باید شامل به‌روزرسانی قوانین و مقررات، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، ارتقاء سطح آموزش و مهارت کارکنان، بهبود سیستم‌های مدیریت ریسک و ایجاد فرهنگ ایمنی در تمام سطوح معدن باشد، همچنین همکاری بین‌المللی و استفاده از تجربیات کشورهای پیشرو درزمینهٔ ایمنی معادن می‌تواند به ارتقاء استانداردها در ایران کمک کند. این همکاری‌ها می‌تواند شامل تبادل دانش و فناوری، برگزاری دوره‌های آموزشی مشترک و انجام بازرسی‌های مشترک باشد.

درنهایت، باید توجه داشت که بهبود ایمنی در معادن نه‌تنها یک ضرورت انسانی، بلکه یک سرمایه‌گذاری اقتصادی هوشمندانه است. کاهش حوادث و افزایش ایمنی می‌تواند به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های ناشی از حوادث و بهبود وجهه معدن کشور کمک کند. با تلاش همه‌جانبه و اراده جدی برای تغییر، می‌توان امیدوار بود که بخش معدنکاری ایران به سطح قابل قبولی از ایمنی و استانداردهای جهانی دست یابد.

مشاور طرح جامع فولاد کشور عنوان کرد:

توازن در زنجیره فولاد، شاه‌بیت تولید و صادرات پایدار

مهران محجوب نژاد
مشاور طرح جامع فولاد کشور

صنعت فولاد کشور به‌عنوان یکی از صنایع ارزش‌آفرین که در راستای تحقق اقتصاد منهای نفت نقش کلیدی دارد، سالیان متمادی است که به دلیل چالش‌های نفس‌گیری همچون تأمین پایدار مواد اولیه، صادرات، نوسانات انرژی، رکود مصرف در بازار داخل و ... ظرفیت‌های بلااستفاده بسیاری دارد. محدودیت‌های موجود با توجه به ذخایر غنی در بخش‌های گوناگون کشور زیبنده ایران عزیزمان نیست.

البته ذکر این نکته ضروری است که بخشی مهمی از این ظرفیت‌ها متأسفانه در مسیر تخصصی مورداستفاده قرار نگرفته و این موضوع حال و آینده زنجیره تولید فولاد را تحت‌الشعاع قرار داده است.

برنامه‌ریزی شرکت فولاد تکنیک و مشاور طرح جامع فولاد کشور این رویکرد را از ابعاد گوناگون به همراه ارائه راهکار مورد کنکاش قرار داده است.

مهران محجوب نژاد گفت: صنعت فولاد کشور طی چند سال گذشته در خصوص ظرفیت‌سازی، تولید و تجارت رشد قابل‌توجهی داشته که ثمره آن دستیابی به جایگاه دهمین تولیدکننده فولاد دنیا و حفظ آن است.

● صنعت فولاد تأمین‌کننده، ۴.۵ درصد از تولید ناخالص داخلی و ۱۷ درصد از صادرات غیرنفتی

وی افزود: صنعت فولاد در حال حاضر حدود ۴.۵ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور را به خود اختصاص داده که این میزان از استاندارد جهانی بالاتر است و همچنین حدود ۱۷ درصد از صادرات غیرنفتی کشور از این صنعت ارزش‌آفرین تأمین می‌شود.

معاون برنامه‌ریزی شرکت مهندسی فولاد تکنیک با اشاره به اینکه برای توسعه پایدار صنعت فولاد باید چالش‌ها و گلوگاه‌های آن شناسایی‌شده و در راستای تحقق توازن، برنامه‌های عملیاتی اجرایی شود، تصریح کرد: صنعت فولاد ظرفیت‌های بسیار خوبی دارد، اما چالش‌های متعددی هم این صنعت را تهدید می‌کنند که ازجمله آن‌ها مازاد ظرفیت تولید، کاهش مصرف فولاد در داخل کشور، کسری انرژی و ماده اولیه و مشکلات زیرساختی است. در سالیان اخیر رکود صنعت ساختمان و از سوی دیگر کاهش سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی نیز این موضوع را تشدید کرده و در آینده هم متأسفانه شرایط سخت‌تری را تجربه خواهیم کرد که افزایش عدم نفع تولید فولاد و کاهش نرخ به‌کارگیری ظرفیت را رقم می‌زند.

مشاور طرح جامع فولاد کشور سایر چالش‌های این صنعت را جانمایی نامناسب صنایع فولادی، تعدد واحدهای فولادی کوچک‌مقیاس با پراکندگی بالا و ظرفیت پایین آن‌ها عنوان کرد که این مسئله منجر به عدم تأمین مواد اولیه و نوسانات بازار می‌شود.

● مواد اولیه بجای تولید محصول نهایی، رهسپار صادرات شدند

این صاحب‌نظر صنعت فولاد کشور اضافه کرد: بر اساس محاسبات صورت گرفته برآورد ما این بود که حداقل تا ۲۰ سال بعد از افق ۱۴۰۴ سنگ‌آهن موجود در معادن کشور، جوابگوی تولید فولاد است اما کاهش تولید در صنایع پایین‌دست مانند احیا مستقیم و فولادسازی به دلیل کسری انرژی، مازاد

کنسانتره و گندله را ایجاد کرد. به‌گونه‌ای که در سال گذشته تقریباً ۲۰ میلیون تن سنگ‌آهن، کنسانتره، گندله و حتی آهن اسفنجی صادر شد. درصورتی‌که این نهاده‌های تولید در شرایط باثبات می‌توانست در داخل کشور به محصول نهایی تبدیل‌شده و سپس صادر شود و کشورمان از مزایای بی‌شمار آن در بخش‌های گوناگون بهره‌مند گردد. به‌واقع از دیدگاه ملی صادرات مواد خام، یک نقطه‌ضعف محسوب می‌شود.

وی بیان کرد: با ادامه روند صادرات مواد معدنی در سال‌های آتی، عمر معادن تا کمتر از ۱۵ سال کاهش می‌یابد.

● اهمیت توسعه اکتشافات عمیق، تقویت مواد معدنی کم‌عیار و شارژ قراضه

محجوب نژاد در پاسخ به این سؤال که در راستای تأمین مواد اولیه چه اقداماتی صورت گرفته است چنین گفت: در سال‌های آینده هزینه‌های استخراج افزایش‌یافته و از سوی دیگر کیفیت مواد اولیه نیز کاهش می‌یابد و همچنین بحث جابه‌جایی مواد بین واحدهای معدنی و فولادی نیز تحت‌الشعاع قرار می‌گیرد، لذا نیاز است توسعه اکتشافات به‌ویژه اکتشافات عمیق به‌صورت ویژه موردتوجه قرار گیرد. در بخش استفاده از سنگ‌آهن‌های کم‌عیار، باطله و هماتیت نیز فعالیت‌هایی در کشور آغازشده که باید تقویت شود. استفاده بیشتر از شارژ قراضه به‌جای مواد معدنی در واحدهای کوره قوس یا القایی جای کار بسیاری دارد. در حال حاضر کوره‌های قوس تا حدود ۱۰۰ درصد شارژ آهن اسفنجی شده و کوره‌های القایی نیز تا ۸۰ درصد شارژ می‌شوند که این اقدامات بر روی کسری مواد اولیه بسیار تأثیرگذار است.

● معدنی‌ها، مواد اولیه استخراج‌شده را در تکمیل زنجیره ارزش خودشان استفاده کردند

مشاور طرح جامع فولاد کشور در پاسخ به این سؤال که خروج معدنی‌ها از تخصص خودشان و رفتن به سمت تکمیل زنجیره تولید چه تأثیراتی در عدم توازن زنجیره و کاهش تولید فولاد داشته است گفت: موضوع دیگری که در بحث تشدید کسری سنگ‌آهن مشخص شد و طرح جامع فولاد هم نسبت به آن تذکر داده بود، ورود صنایع بالادست (معدن کاران) به زنجیره تولید فولاد است که این موضوع فولادسازان را برای حفظ و بقاء تولید به سمت سرمایه‌گذاری و خرید معادن سوق داد، بنابراین به‌نوعی معادله و توازن زنجیره تحت‌الشعاع قرار گرفت، زیرا اولویت اول معدنی‌ها اکتشاف و استخراج مواد معدنی برای کارخانه‌های فولادی بود، اما از تخصص اصلی خودشان خارج شدند و به سمت تکمیل زنجیره ارزش و تولید محصول نهایی رفتند و این رویکرد باعث شد معادله‌ای که برای مواد اولیه واحدهای فولادی محاسبه کرده بودیم تحت‌الشعاع قرار گیرد. همچنین امکانات و زیرساخت‌هایی مانند خط انتقال آب و شیرین سازی آن در استان‌های معدن خیز کشور به معدنی‌ها کمک کرد تا زنجیره ارزش خودشان را تکمیل کنند.

● اهمیت ادغام واحدهای فولادی در کنار آب‌های آزاد

وی خاطرنشان کرد: پیشنهاد ما در حال حاضر ادغام واحدهای فولادی و معدنی در راستای ظرفیت‌سازی و ایجاد پکیج‌های بزرگ فولادی حداقل تا ۵ میلیون تن فولاد به بالا است، واحدهایی که زنجیره ارزش فولاد را از ابتدا تا انتها دنبال کنند. همچنین توجه بیشتر به معادن کوچک‌مقیاس و تشکیل کنسرسیوم‌های معدنی در راستای تأمین پایدار سنگ‌آهن ازجمله دیگر برنامه‌ها است.

این صاحب‌نظر صنعت فولاد کشور اضافه کرد: تولیدکنندگان فولاد مطرح در دنیا، شرکت‌های بزرگ فولادی و معدنی را عموماً در کنار آب‌های آزاد ادغام نمودند و از ظرفیت‌های بسیار بالای آن بهره‌مند می‌شوند. با توجه به شرایط فعلی صنعت فولاد کشور، اجرایی شدن این رویکرد در راستای پایداری تولید فولاد بسیار کلیدی قلمداد می‌شود، زیرا این ادغام‌های افقی و عمودی می‌تواند توازن پایدار صنعت فولاد کشور را برای سال‌های آینده و نسل‌های بعد بهتر حفظ کند.

نقش‌آفرینی شرکت‌های دانش‌بنیان در رشد و توسعه صنایع

صادق توسلی زاده
رئیس مرکز راهبری ستادهای توسعه اقتصاد دانش بنیان

سیزدهمین همایش و نمایشگاه بین‌المللی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران (MINEX۲۰۲۴)، با حضور علی آقا محمدی رئیس گروه اقتصادی دفتر مقام معظم رهبری و جمعی از فعالین بخش معدن و صنایع معدنی با حمایت وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان ایمیدرو، سازمان توسعه تجارت ایران، صندوق نوآوری و شکوفایی ریاست جمهوری، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری دوم مهرماه، در محل مصلی حضرت امام خمینی (ره) تهران، سالن شبستان تا پنجم مهرماه به کار خود ادامه داد.

این رویداد تخصصی زنجیره معدن (اکتشاف، استخراج و فرآوری تا محصول نهایی) را باهدف معرفی فرصت‌های سرمایه‌گذاری و شناسایی تولیدکنندگان و ارائه‌کنندگان آخرین تجهیزات، تکنولوژی ماشین‌آلات و خدمات وابسته به‌صورت کامل پوشش داده بود.

گفتنی است شرکت‌های خارجی، نمایندگان آن‌ها و همچنین هیئت‌های تجاری از کشورهای چین، آفریقای جنوبی، ترکیه، آلمان، روسیه، ایتالیا و فرانسه در نمایشگاه ماینکس ۲۰۲۴ حضور داشتند.

حادثه تلخ انفجار در معدن «معدن جو» طبس که به وقوع پیوست و منجر به جان باختن تعدادی از معدن کاران خدوم و زحمتکش شد، سیزدهمین نمایشگاه ماینکس و برنامه‌های پیش‌بینی‌شده برای آن را در سطوح گوناگون تحت تأثیر خاصی قرارداد و البته بر موضوع سرمایه‌گذاری در معادن و ایمن‌سازی آن‌ها بسیار تأکید کرد.

رئیس مرکز راهبری ستادهای توسعه اقتصاد دانش‌بنیان معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری در حاشیه برگزاری این نمایشگاه از حضور شرکت‌های دانش‌بنیان فعال بخش معدن در نمایشگاه بین‌المللی ماینکس ۲۰۲۴ خبر داد.

صادق توسلی زاده، نمایشگاه بین‌المللی صنایع معدنی (ماینکس ۲۰۲۴) را یکی از مهم‌ترین رویدادهای صنعتی کشور دانست و گفت: این نمایشگاه، فرصتی مناسب برای معرفی نوآوری‌ها و دستاوردهای جدید در حوزه معدن و صنایع وابسته به آن به شمار می‌رود.

وی افزود: مرکز راهبری ستادهای توسعه اقتصاد دانش‌بنیان معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری نیز در این دوره از نمایشگاه، محصولات و فناوری‌های شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در بخش معدن را به نمایش گذاشت.

رئیس مرکز راهبری ستادهای توسعه اقتصاد دانش بنیان گفت: این اقدام به‌منظور ایجاد هم‌افزایی میان صنایع بزرگ و شرکت‌های نوآور به‌ویژه استارتاپ ها انجام‌شده است و معاونت علمی و فناوری باهدف تقویت اکوسیستم نوآوری و فناوری در کشور بر اهمیت ورود و همکاری صنایع بزرگ با استارتاپ ها و شرکت‌های دانش‌بنیان تأکید می‌کند.

توسلی زاده افزود: در این نمایشگاه، نمایندگان صنایع بزرگ و شرکت‌های دانش‌بنیان به تبادل‌نظر و انتقال تجربه

پرداختند و از توانمندی‌های یکدیگر بهره‌مند شدند که این هم‌افزایی می‌تواند به رشد و توسعه بیشتر صنایع معدنی کمک کند و درنتیجه، زمینه‌ساز تحولات مثبت اقتصادی در کشور به شمار می‌رود.

وی به اهمیت نقش متقابل این دو بخش در اقتصاد کشور اشاره کرد و گفت: شرکت‌های دانش‌بنیان با ارائه فناوری‌های نوین و راهکارهای خلاقانه می‌توانند به بهبود عملکرد، کاهش هزینه‌ها و افزایش ایمنی در صنایع بزرگ حوزه معدن کمک کنند. از سوی دیگر، صنایع بزرگ نیز با حمایت مالی و زیرساختی از استارتاپ ها می‌توانند به توسعه ایده‌های نو و رشد این شرکت‌ها کمک داشته باشند.

توسلی زاده افزود: نمایشگاه ماینکس ۱۴۰۳، فرصتی بی‌نظیر برای همکاری و هم‌افزایی بین دو بخش کلیدی اقتصاد کشور بود و انتظار می‌رود نتایج مثبت این تعاملات در آینده نزدیک مشهود باشد.

خوردگی میکروبی و خوردگی حفره‌ای

Microbial corrosion and pitting corrosion

غلامرضا نوید
(Ph.d) خوردگی و حفاظت کاتودیک

چکیده

مسئله خوردگی فلزات در صنعت به‌خصوص خوردگی ادوات صنعتی که در تماس با خاک و آب‌های طبیعی یا صنعتی هستند، موجب تحمیل هزینه‌های سنگین بر صنایع مختلف کشور می‌شود. در این شرایط باکتری‌های احیاء کننده سولفات از عوامل اصلی خوردگی هستند که عدم دسترسی به تخصص و امکانات میکروبیولوژیکی برای تشخیص حضور این باکتری‌ها موجب تعویق رسیدگی مناسب به پدیده خوردگی شده و سبب خسارات عدیده‌ای می‌شود که معمولاً منجر به تعویض قطعات و تحمیل هزینه‌های ارزی و ریالی خواهد بود. مسئله خوردگی خصوصاً خوردگی میکروبی، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عمر خط لوله است.

در این پروژه علمی تحقیقاتی به مطالعه و بررسی یک نمونه خوردگی میکروبی درون خطوط لوله و روش‌های شناسایی، آنالیز و حذف آن پرداخته‌شده است.

واژه‌های کلیدی:
خطوط لوله، خوردگی میکروبی، پوشش، حفاظت کاتدی.

مقدمه

در تعریف میکروب عبارت است از یک باکتری که با میکروسکوپ قابل‌مشاهده است.

خوردگی میکروبیولوژیکی (MIC) نیز به‌نوعی از خوردگی گفته می‌شود که به‌واسطه میکروارگانیسم‌هایی به وجود آمده باشد، که با چشم غیر مسلح قابل‌مشاهده نباشند. میکروجلبک‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌توانند باعث سرعت بخشیدن به فرایند خوردگی یا تغییر مکانیسم فرایند خوردگی شوند. این موجودات شامل انواع میکروسکوپی مثل باکتری‌ها و انواع ماکروسکوپی مثل جلبک‌ها و جانوران دریایی دیگر هستند. موجودات میکروسکوپی و ماکروسکوپی در محیط‌های دارای pH های (۰ تا ۱۱،) و درجه حرارت‌های (۳۰ تا ۱۸۰) درجه فارنهایت و تا فشارهای (۱۵۰۰۰ PSI) زندگی می‌کنند و تکثیر می‌یابند. فعالیت‌های بیولوژیکی ممکن است برخوردگی در محیط‌های مختلفی مثل خاک، آب طبیعی و آب دریا، محصولات نفتی و مایعات روغن‌کاری تأثیر بگذارد. میکروارگانیسم‌ها هیچ

نوع به خصوصی از خوردگی را ایجاد نمی‌کنند بلکه آن‌ها با حمله موضعی باعث ایجاد حفره، افزایش خوردگی فرسایشی، افزایش خوردگی گالوانیکی، ترک‌خوردگی حاصل از خوردگی تنشی و شکست هیدروژنی می‌شوند. خوردگی میکروبی برای تمام فلزات و آلیاژها به‌استثنای تیتانیوم و آلیاژهای با درصد بالای کروم نیکل گزارش‌شده است. این نوع خوردگی برای مواد فلزی و غیرفلزی که در معرض آب دریا، آب مقطر، سوخت‌های هیدروکربنی نفت خام و نفت تقطیرشده، مواد شیمیایی مورداستفاده در فرایند، مواد غذایی، بدن انسان، بزاق، و فاضلاب اثبات‌شده است. هم‌چنین مواردی گزارش‌شده است که این نوع خوردگی درجاهایی که اصلاً مورد انتظار نیست با سرعت بالایی اتفاق می‌افتد. این موجودات بعضی مواد را تغذیه کرده و مواد دیگر را به وجود می‌آورند. این پروسس‌ها می‌تواند به طرق زیر بر رفتار خوردگی اثر بگذارد:

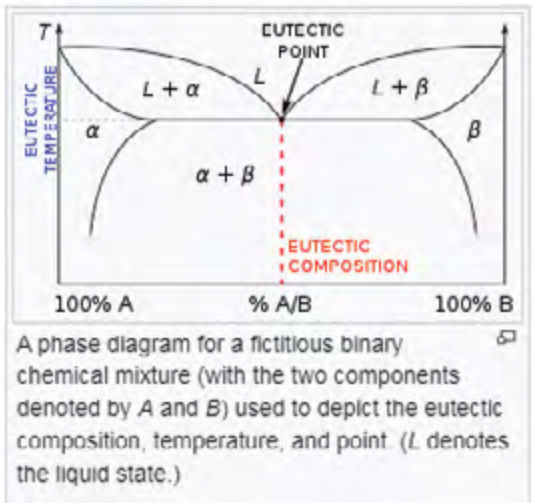
۱. با تأثیر مستقیم بر واکنش‌های آندی و کاتدی

۲. با تأثیر بر پوسته‌های محافظ سطحی

۳. با به وجود آوردن محیط‌های خورنده

۴- با تولید رسوبات

نقطه یوتکتیک پایین‌ترین دمایی است که در آن فاز مایع در یک فشار معین پایدار است. سیستم یوتکتیک مخلوطی همگن و جامد از دو یا چند ماده است که یک شبکه فوق‌العاده تشکیل می‌دهد که در دمایی کمتر از نقطه ذوب هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده، ذوب یا جامد می‌شود. شکل (۱)



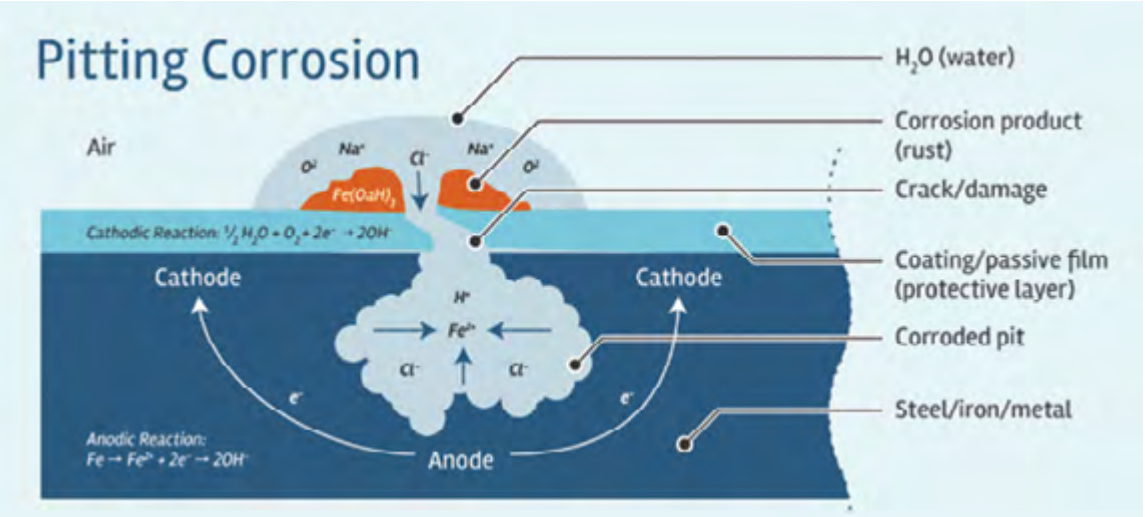
A phase diagram for a fictitious binary chemical mixture (with the two components denoted by *A* and *B*) used to depict the eutectic composition, temperature, and point. (*L* denotes the liquid state.)

شکل (۱) نمایش نقطه یوتکتیک

در شکل (۱) یک نمودار فاز برای یک مخلوط شیمیایی دوتایی ساختگی (با دو جزء مشخص‌شده با A و B) که برای نشان دادن ترکیب یوتکتیک، دما و نقطه استفاده می‌شود. (L حالت مایع را نشان می‌دهد.)

ازآنجایی‌که شناخت این تحقیق و پژوهش لزوم آشنایی با پدیده خوردگی حفره‌ای را ایجاب می‌نماید خوردگی حفره‌ای به‌طور خلاصه بررسی می‌شود. از مهم‌ترین نوع خوردگی. خوردگی حفره‌ای بسیار حائز اهمیت است. خوردگی حفره‌ای (pitting corrosion) شکل موضعی خوردگی است که توسط آن حفره‌ها یا "سوراخ‌هایی" در مواد ایجاد می‌شود. حفره‌ها خطرناک‌تر از آسیب خوردگی یکنواخت در نظر گرفته می‌شوند زیرا تشخیص، پیش‌بینی و طراحی در برابر آن دشوارتر است. محصولات خوردگی اغلب گودال‌ها را می‌پوشانند. به‌عبارت‌دیگر خوردگی حفره‌ای خوردگی سطح فلز، (به‌عنوان‌مثال صفحات دیگ بخار) به دلیل فعالیت و تأثیر مواد شیمیایی محلی.

خوردگی حفره‌ای شکلی از خوردگی بسیار موضعی است که منجر به ایجاد تصادفی سوراخ‌های کوچک در فلز می‌شود. قدرت محرکه خوردگی حفره‌ای، غیرفعال کردن یک ناحیه کوچک است که تبدیل به آندی می‌شود (واکنش اکسیداسیون) درحالی‌که یک منطقه ناشناخته اما بالقوه وسیع به کاتدیک تبدیل می‌شود (واکنش کاهش)، که منجر به خوردگی گالوانیکی بسیار موضعی می‌شود. خوردگی با انتشار محدود یون‌ها به جرم فلز نفوذ می‌کند. شکل (۲) شمایی از خوردگی حفره‌ای را نمایش می‌دهد.



شکل (۲) خوردگی حفره‌ای

اصطلاح دیگری که به وجود می‌آید، فاکتور خوردگی حفره‌ای که به‌عنوان نسبت عمق عمیق‌ترین گودال (ناشی از خوردگی) به میانگین نفوذ تعریف می‌شود که می‌تواند بر اساس کاهش وزن محاسبه شود. در ارزیابی خوردگی حفره‌ای فلزات

عمق نفوذ عمیق‌ترین گودال تقسیم‌بر میانگین کاهش ضخامت. همان‌گونه که از کاهش وزن محاسبه می‌شود. خطوط لوله زیرزمینی، مقادیر زیادی از انواع محصولات را از منابع تولید به بازار فروش منتقل می‌سازند. کاربردهای مختلف خطوط لوله عبارت‌اند از: اتصال بین

تجهیزات فرآیند، خط لوله انتقال به ایستگاه‌های متراکم سازی و اندازه‌گیری. از سال ۱۹۲۰ به بعد تقریباً تمام خطوط لوله در صنایع از جنس فولاد جوش‌خورده ساخته‌شده است. فولاد در اثر حضور اکسیژن هوا و رطوبت دچار خوردگی می‌شود. در طول مسیر عبور خط لوله از نقاط مختلف جغرافیایی، عوامل محیطی و تنوع شرایط موجود می‌تواند سلامت خط لوله را به خطر اندازد.

خوردگی دیواره لوله می‌تواند هم در سطح داخلی و هم در سطح خارجی روی دهد. خوردگی داخلی زمانی رخ می‌دهد که مایعات خورنده یا کندانس شده در طول

خطوط لوله منتقل شوند با توجه به طبیعت مایع خورنده و سرعت انتقال، ممکن است اشکال مختلفی از خوردگی روی دهد. ازجمله این نوع خوردگی‌ها، خوردگی

یکنواخت، خوردگی حفره‌ای و خوردگی فرسایشی حائز اهمیت است. ابتدایی‌ترین شکل خوردگی به‌صورت (Macro-cell)، نوعی خوردگی محلی است که در اثر طبیعت ناهمگون خاک‌ها، آسیب‌های مکانیکی و نقایص محلی پوشش‌های خارجی مانند حباب‌های هوا و یا در اثر عدم اتصال مناسب پوشش‌های خارجی

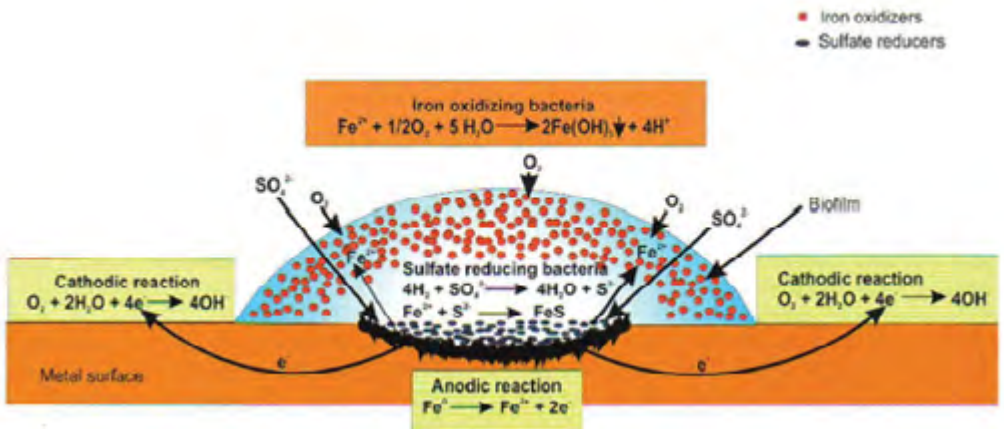
به سطح لوله روی می‌دهد.

خوردگی میکروبی (microbial influenced corrosion) یا به‌اصطلاح صحیح آن، خوردگی تأثیرپذیر از عوامل میکروبیولوژی دارای اثرهای زیست‌محیطی فراوانی است که می‌تواند به‌عنوان فرآیندی الکتروشیمیایی تعریف شود که در آن میکروارگانیسم‌ها قادر به شروع، تسهیل یا تشویق واکنش خوردگی بدون تغییر در طبیعت الکتروشیمیایی فلز هستند. میکروارگانیسم‌ها به سطوح چسبیده و بر روی آن رشد می‌کنند که منجر به تشکیل فیلم بیولوژیک یا بیوفیلم می‌شود.

پدیده خوردگی میکروبی (MIC)، تأثیر میکروارگانیسم‌ها بر فرآیند خوردگی فلزات است. یکی از ضرورت‌های وقوع MIC)) خوردگی میکروبی حضور میکروارگانیسم‌ها است که بدون وجود آن‌ها این پدیده امکان‌پذیر نخواهد بود. ضرورت‌های بعدی شامل منبع انرژی، منبع کربن، دهنده و گیرنده الکترون و آب هستند. خوردگی در موادی مثل کربن استیل، فولاد زنگ نزن، آلیاژهای آلومینیوم و آلیاژهای مس، در آب‌وخاک در (pH) (بین ۳ تا (۴ و دمای (بین ۲۱ تا (۲۵ درجه سانتی‌گراد توسط باکتری‌ها صورت می‌گیرد. در بسیاری موارد که برای خوردگی‌های مشاهده‌شده دلیل الکتروشیمیایی یافت نمی‌شود خوردگی میکروبی به‌عنوان دلیل در نظر گرفته می‌شود. در شکل (۳) مکانیسم خوردگی میکروبی در خطوط لوله انتقال نشان داده‌شده است.

باکتری‌های کاهنده سولفات (bacteria sulphate reduction)

(به‌عنوان‌مثال Desulphovibrio desulphuricans) موجود در شرایط بی‌هوازی می‌توانند باعث خوردگی آهن شوند. این باکتری‌ها قادر به زندگی در رژیم غذایی معدنی هستند و درنتیجه متابولیسم خود، سولفید هیدروژن تولید می‌کنند که به آهن و فولاد حمله می‌کند و سولفید آهن را تشکیل می‌دهد. بنابراین فولاد حفره‌دار می‌شود و چدن «گرافیتی زه» می‌شود، در این حالت فلز نرم می‌شود. باکتری‌های کاهنده سولفات ممکن است در



شکل (۳) مکانیسم خوردگی میکروبی در خطوط لوله انتقال

خاک‌های رسی که در آن‌ها اکسیژن وجود ندارد و احتمال وجود گوگرد به شکل سولفات کلسیم وجود دارد، بیشتر باشد. در چنین خاک‌هایی، باکتری‌های کاهنده سولفات می‌توانند یکی از خطرناک‌ترین اشکال حمله به آهن و فولاد را ایجاد کنند. از پر کردن ترانشه های لوله با گچ، شن یا ماسه برای جلوگیری از ایجاد شرایط بی‌هوازی، علاوه بر محافظت کاتدی و آستین، برای جلوگیری از این شکل از خوردگی استفاده می‌شود.

باکتری‌های آهن (مانند انواع کرنوتریکس، لپتوتریکس و گالیونلا) ممکن است در آبی که کمبود اکسیژن دارد همان‌طور که با حضور سولفات‌ها و سولفید هیدروژن در آب مشهود است. وجود داشته باشد و ممکن است باعث خوردگی داخلی شود. این باکتری‌ها توانایی جذب اکسیژن و سپس اکسیداسیون آهن موجود در آب یا لوله‌های آهنی و فولادی و ذخیره آن رادارند. باکتری‌ها هوازی هستند و در شرایط مساعد می‌توانند رسوبات زیادی از لجن ایجاد کنند که قابل‌اعتراض است و باعث ایجاد بو و لکه می‌شود. پتانسیل رشد چنین باکتری‌هایی همیشه در آبی با محتوای آهن بالا وجود دارد. مکانیسم تشکیل سل در داخل یک لوله اصلی آهن گاهی اوقات توسط باکتری‌های احیاکننده سولفات یا معمولاً توسط مواد آلی موجود در آب، pH پایین یا محتوای بالای اکسیژن آب آغاز می‌شود. سطح خارجی یک غده یا گره از یک پوسته سخت از هیدروکسید آهن تشکیل‌شده است که اغلب توسط کربنات کلسیم تقویت می‌شود. شرایط زیر این پوسته بی‌هوازی است به‌طوری‌که باکتری‌های کاهنده سولفات می‌توانند رشد کنند و محصولات خوردگی بیشتری ایجاد کنند. ازاین‌رو دو راه‌حل برای جلوگیری از تشکیل سل داخلی وجود دارد که عبارت‌اند از هوادهی سولفات یا سولفید هیدروژن حاوی آب و پوشش داخلی خط لوله با رزین اپوکسی یا ملات سیمان است. موجودات میکروسکوپی دیگری نیز وجود دارند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رفتار خوردگی فلزات تأثیر می‌گذارند و هنوز عمیقاً مطالعه نشده‌اند. مثلاً چندین نوع باکتری وجود دارند که از هیدروکربن‌ها تغذیه می‌کنند؛ و باعث خراب شدن پوشش‌های قیری لوله‌ها می‌شوند. باکتری آهن گروهی از موجودات میکروسکوپی هستند که آهن فرو را از محلول جذب نموده و آن را به‌صورت هیدروکسید فرو یا فریک ورقه‌ای در اطراف دیواره‌های سلول خود راسب می‌کنند. رشد باکتری آهن غالباً باعث ایجاد تاول‌هایی روی سطح فولاد شده که منجر به خوردگی شیاری می‌شود. بعضی باکتری‌ها قادرند آمونیاک را به اسید نیتریک اکسید نمایند. اسید نیتریک رقیق باعث خوردگی آهن و اکثر فلزات دیگر می‌شود. لکن در اکثر خاک‌ها مقدار آمونیاک آن‌قدر بالا نیست که باعث تجمع فراوان اسید نیتریک شود؛ ولی این باکتری‌ها در محل‌هایی که از کودهای شیمیایی آمونیاکی به‌طور وسیعی استفاده‌شده و در زیر این مزارع خطوط لوله قرار دارند ممکن است مهم باشند. بالاخره اکثر باکتری‌ها دی اکسید کربن نیز تولید می‌کنند، که می‌تواند اسید کربنیک تشکیل داده و

خوردگی را افزایش می‌دهد.
محاسبه‌شده است که (۲۰ تا ۳۰) درصد کل خوردگی لوله‌های انتقال ناشی از خوردگی میکروبی است. خوردگی میکروبی می‌تواند هم در سطح خارجی و هم در سطح داخلی لوله ایجاد گردد. باکتری‌های غیر هوازی رایج در خوردگی میکروبی عبارت‌اند از: باکتری‌های کاهنده سولفات و باکتری‌های کاهنده فلز. این موجودات به سبب ترشح مواد شیمیایی‌بر روی لوله اثر گذاشته و خوردگی ایجاد می‌کنند. در مرحله اول این موجودات برای بقا نیاز به آب‌دارند. علاوه بر آب، رشد میکروارگانیسم مستلزم یک الکترون دهنده که اکسید می‌شود و یک الکترون گیرنده که احیاء می‌شود است. نور نیز یک منبع انرژی محسوب می‌گردد که مسبب فرآیند، فتوسنتز است. بر مبنای این نیازها میکروارگانیسم‌ها طبق جدول ۱)) گروه‌بندی می‌شوند.
باکتری‌های کاهنده سولفات (SRB) در محیط‌های بی‌هوازی زندگی می‌کنند، مواد آلی را اکسید می‌کنند، سولفات را به سولفید تبدیل می‌کنند و ازاین‌رو نقش مهمی در رسوب سولفید فلز ایفا می‌کنند.
H_2S تولیدشده توسط فعالیت متابولیک باکتری با فلز

نوع میکروارگانیسم	شرایط رشد	مسائل مربوط به خورندگی
جلبک ها	نور، آب،نیتروزن، فسفر، دی اکسید کربن و مقادیر جزئی از دیگر عناصر	جلبک ها در حوضچه ها و بدنه برج های خنک کن یافت می شوند.این موجودات مواد آلی لازم برای دیگر ارگانیسم ها ی تشدید کننده خوردگی را فراهم میکنند.جلبک ها روی مبدل های حرارتی را می پوشانند و باعثfouling می شوند
میکوارگانیسم های هوازی از قبیل آئروباکتر ها و مخمر ها و کپک ها	آب، منبع کربن،نیتروژن و فسفر،مقادیر جزیی از عناصر دیگر	باعث fouling روی مبدل های حرارتی می گردند
میکروارگانیسم های غیر هوازی	آب، منبع کربن،نیتروژن و فسفر،مقادیر جزیی از عناصر دیگر	اسید های آلی تولید میکنند که ترجیحا بر روی بعضی عناصر آلیاژی تاثیر گذار می باشند
باکتری های اکسید کننده آهن	آب، دی اکسیدکربن، اکسیژن،ترکیبات آهنی، نیتروژن،فسفر و مقادیر جزیی عناصر دیگر	آهن دو ظرفیتی را به آهن سه ظرفیتی تبدیل می کند و به نحوی که باعث انسداد لوله ها و بوجود آمدن شرایط غیر هوازی می شود
باکتری های اکسید کننده نیتریت	آب، نیترات،منبع کربن،فسفر، آمونیاک، شرایط هوازی، مقادیر جزیی عناصر دیگر	این باکتری ها بازدارنده های نیتریتی را مصرف نموده و پیل های اختلاف دمشی تشکیل می دهند
باکتری های احیا کننده نیترات	آب ، منبع کربن،نیتروژن و فسفر،سولفات،مقادیر جزیی عناصر دیگر	نیترات را احیا نموده و مقادیر بسیار زیادی اسید های آلی تولید می کنند

جدول (۱) طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌های شرکت‌کننده در خوردگی

واکنش می‌دهد و فلز سولفیدهای نامحلول در آب را تشکیل می‌دهد. استفاده‌های گسترده‌ای از SRB در مجموعه‌های مختلف محیطی برای حذف فلزی که در غیر این صورت در محیط آبی رقیق می‌شود، وجود دارد. رسوب اورانیوم و سایر فلزات سمی توسط باکتری‌ها با فسفات معدنی آزادشده به‌صورت آنزیمی نشان داده‌شده است. این فرآیندی است که در آن میکروب‌ها مسئول تشکیل رسوبات فلزی فسفات هستند

باکتری‌های آهن. (Iron bacteria) نوعی باکتری‌های رشته‌ای که می‌توانند اکسید آهن (^{II}) را به هیدروکساید آهن (^{III}) تبدیل کرده که بر روی غلاف‌های آن‌ها رسوب‌کرده است. مانند انواع) کرنوتریکس، لپتوتریکس و گالیونلا)ممکن است در آبی که کمبود اکسیژن دارد همان‌طور که وجود سولفات‌ها و سولفید هیدروژن در آب نشان می‌دهد. وجود داشته باشد و ممکن است باعث خوردگی داخلی شود. این باکتری‌ها توانایی جذب اکسیژن و سپس اکسیداسیون آهن موجود در آب یا لوله‌های آهنی و فولادی و ذخیره آن رادارند. باکتری‌ها هوازی هستند و در شرایط مساعد می‌توانند رسوبات زیادی از لجن ایجاد کنند که قابل‌اعتراض است و باعث ایجاد بو و لکه می‌شود. پتانسیل رشد چنین باکتری‌هایی همیشه در آبی با محتوای آهن بالا وجود دارد.

باکتری‌های اکسیدکننده آهن (یا باکتری‌های آهن) باکتری‌های شیمی ساز هستند که از اکسید کردن آهن محلول انرژی می‌گیرند. آن‌ها به رشد و تکثیر در آب‌های حاوی غلظت آهن به (اندازه ۰٫۱ میلی‌گرم در لیتر) معروف هستند. بااین‌حال، (حداقل ۰٫۳ ppm اکسیژن) محلول برای انجام اکسیداسیون موردنیاز است. هنگامی‌که آب بدون اکسیژن به منبع اکسیژن می‌رسد، باکتری‌ها آهن

شکل (٤) باکتری‌های اکسیدکننده آهن در آب‌های سطحی

محلول را به یک لجن ژلاتینی نامحلول قهوه‌ای مایل به قرمز تبدیل می‌کنند که بستر جریان را تغییر رنگ می‌دهد و می‌تواند وسایل لوله‌کشی، لباس‌ها یا ظروف شسته شده با آب را لکه‌دار نماید. آهن یک عنصر شیمیایی بسیار مهم است که توسط موجودات زنده برای انجام واکنش‌های متابولیکی متعدد مانند تشکیل پروتئین‌های دخیل در واکنش‌های بیوشیمیایی موردنیاز است. نمونه‌هایی از این پروتئین‌ها شامل پروتئین‌های آهن-گوگرد، هموگلوبین است. آهن توزیع گسترده‌ای در سطح جهانی دارد و یکی از فراوان‌ترین عناصر در پوسته، خاک و رسوبات زمین به‌حساب می‌آید. آهن یک عنصر کمیاب در محیط‌های دریایی است. یک واکنش شیمیایی ممکن است رسوبات سیاه دی‌اکسید منگنز را از منگنز محلول تشکیل دهد، اما به دلیل فراوانی نسبی آهن (۵٫۴٪) در مقایسه با منگنز (۰٫۱٪) در خاک‌های متوسط، کمتر رایج است. بوی گوگردی پوسیدگی یا پوسیدگی گاهی همراه با باکتری‌های اکسیدکننده آهن ناشی از تبدیل آنزیمی سولفات‌های خاک به سولفید هیدروژن فرار به‌عنوان منبع جایگزین اکسیژن در آب بی‌هوازی است. شکل (۴) باکتری‌های اکسیدکننده آهن در آب‌های سطحی را نمایش می‌دهد.

آهن باتلاقی(bog iron)

باتلاق آهن نوعی از آهن ته‌نشین ناخالص است که در باتلاق ها ی مرداب‌ها به‌وسیله واکنش‌های شیمیایی یا بیوشیمیایی اکسیداسیون آهن در محلول به وجود می‌آید. به‌طورکلی، سنگ معدن باتلاقی عمدتاً از اکسی هیدروکسید آهن، معمولاً از نوع گوتیت (FeO(OH)) تشکیل‌شده است. آب‌های زیرزمینی آهن‌دار پس از مواجهه با محیط اکسیدکننده سطح معمولاً به‌عنوان چشمه‌ای اکسیدشده با هیدروکسید آهن بیرون می‌آیند. سنگ معدن باتلاق اغلب از ترکیب گوتیت، مگنتیت، و وگ یا کوارتز رنگی تشکیل می‌شود. اکسیداسیون ممکن است از طریق کاتالیز شدن آنزیم‌ها توسط باکتری‌های آهن رخ دهد. مشخص نیست که آیا مگنتیت در اولین تماس با اکسیژن رسوب می‌کند و سپس با اکسید شدن به ترکیبات آهنی تبدیل می‌شود، یا اینکه آیا ترکیبات آهن در هنگام دفن شدن در زیر سطح رسوب و قرار گرفتن در معرض شرایط آن اکسیک کاهش می‌یابند و پس از آمدن دوباره به سطح، دوباره اکسید می‌شوند.

آب‌های زیرزمینی آهن‌دار پس از مواجهه با محیط اکسیدکننده سطح معمولاً به‌عنوان چشمه‌ای اکسیدشده با

هیدروکسید آهن بیرون می‌آیند. سنگ معدن باتلاق اغلب از ترکیب گوتیت، مگنتیت، و وگ یا کوارتز رنگی تشکیل می‌شود. اکسیداسیون ممکن است از طریق کاتالیز شدن آنزیم‌ها توسط باکتری‌های آهن رخ دهد. مشخص نیست که آیا مگنتیت در اولین تماس با اکسیژن رسوب می‌کند و سپس با اکسید شدن به ترکیبات آهنی تبدیل می‌شود، یا اینکه آیا ترکیبات آهن در هنگام دفن شدن در زیر سطح رسوب و قرار گرفتن در معرض شرایط آن اکسیک کاهش می‌یابند و پس از آمدن دوباره به سطح، دوباره اکسید می‌شوند.

آهن باتلاقی مانند سایر اکسیدهای آهن حاوی آب، تمایل خاصی به فلزات سنگین دارد. این تمایل همراه با ساختار متخلخل و سطح ویژه بالای آهن باتلاقی آن را به یک جاذب طبیعی خوب تبدیل کرده است. این ویژگی‌ها همراه با ارزان بودن آهن باتلاقی، مشوق‌هایی برای استفاده از آن در فناوری‌های حفاظت از محیط‌زیست هستند. آهن استخراج‌شده از سنگ معدن باتلاقی اغلب حاوی سیلیکات‌های باقی‌مانده است که می‌تواند یک پوشش شیشه‌ای ایجاد کند که تا حدی مقاومت در برابر زنگ زدگی ایجاد می‌کند.

آهن به باتلاق‌هایی با آب‌های زیرزمینی آهن‌دار با میزان اکسیژن محلول کم و با pH پایین حمل می‌شود و از طریق چشمه‌ها، همراه با ساختارهای شکستگی یا جاهایی که آب‌های زیرزمینی به جریان‌های سطحی می‌رسند، به روی سطح زمین می‌آیند سپس آهن موجود در آب توسط اکسیژن محلول یا از طریق فرایند آنزیم کاتالیزوری به‌وسیله باکتری‌های آهن (به‌عنوان‌مثال باکتری‌های Thiobacillus ferrooxidans و Thiobacillus thiooxidans) اکسید شده. این باکتری‌ها آهن را به‌عنوان بخشی از فرایندهای زندگی خود خالص‌سازی می‌کنند. این تغییر حالت اکسیداسیون باعث رسوب مواد جامد آهن ریزدانه در نزدیکی نقطه تخلیه آب‌های زیرزمینی می‌شود. انواع مواد معدنی آهن مانند گوتیت، مگنتیت، هماتیت، شورتمانیت، و جامدات آمورف غنی از آهن-آلومینیوم-سولفات می‌توانند از طریق اکسیداسیون آهن در شرایط اسیدی موجود تشکیل شوند. همه فتوسنتز کننده‌ها نقش دوگانه‌ای را به‌عنوان تولیدکننده اکسیژن و درنتیجه اکسیدکننده‌های غیرفعال آهن و به‌عنوان سطوحی که آهن می‌تواند به آن‌ها جذب یا متصل شود، ایفا می‌کنند. این باعث می‌شود که گیاهان آبزی به‌شدت با یک لخته نارنجی روشن از آهن (III) اکسید-هیدروکسید در نزدیکی نقطه‌ای که گاز اکسیژن از گیاهان آزاد می‌شود، پوشیده شوند. عواملی مانند زمین‌شناسی محلی، کانی‌شناسی سنگ ریشه، ترکیبات آب زیرزمینی، و میکروب‌ها و گیاهان فعال ژئوشیمیایی بر شکل‌گیری، رشد و تداوم آهن‌های باتلاقی‌های تأثیر می‌گذارند. آهن باتلاقی یک منبع تجدید پذیر است. از هر باتلاق می‌توان تقریباً یک‌بار در هر نسل استفاده کرد.

استخراج آهن

اروپایی‌ها ذوب آهن از آهن باتلاقی را در طول عصر آهن پیش از امپراطوری روم در) قرن ۴ م/۵ م (قبل از میلاد توسعه

شکل (۵) سنگ معدن باتلاقی

شکل (٦) دیوار با هرمایی - استفاده از سنگ معدن باتلاق در معماری

دادند و بیشتر آهن عصر وایکینگ ها اواخر هزاره اول پس از میلاد از آهن باتلاقی به دست می‌آمدند. انسان‌ها می‌توانند بر روی آهن باتلاقی با فناوری محدودی کار کنند، زیرا برای از بین بردن بسیاری از ناخالصی‌های آن نیازی نیست که ذوب شود. به دلیل دسترسی آسان و قابلیت کاهش پذیری آن، آهن باتلاقی معمولاً برای تولید آهن در اوایل تاریخ استفاده می‌شد. متالورژیست‌های اولیه رسوبات آهن باتلاقی را با شاخص‌هایی مانند علف خشک، محیط مرطوب، پوشش گیاهی مرطوب که بیشتر از علف‌ها تشکیل‌شده‌اند و محلول‌ها یا رسوبات قهوه‌ای مایل به قرمز در آب‌های مجاور شناسایی می‌کردند. آن‌ها میله‌های چوبی یا فلزی را به زمین می‌کوبیدند تا ذخایر سنگ معدنی بزرگ‌تر را شناسایی کنند، و لایه‌های زغال‌سنگ نارس در باتلاق را با استفاده از چاقوهای چمن بریده و این لایه‌ها را عقب می‌کشیدند تا گره‌های کوچک‌تر و به‌اندازه نخود آهن باتلاقی را استخراج کنند.

تولید اولیه آهن از آهن باتلاقی بیشتر در کوره‌های بلوم انجام می‌شد. منابع لازم برای تولید، چوب برای زغال چوب، خاک رس برای ساخت کوره‌های بلوم و آب برای فرآوری بود. آهن موجود در سنگ معدن به یک آهن اسفنجی تبدیل می‌شود که در قسمت بالایی کوره باقی می‌ماند درحالی‌که عناصر نامطلوب به‌صورت سرباره به سمت پایین جریان می‌یابند. ذوب با یک کوره بلوم اغلب منجر به کاهش (بین ۱۰ تا ۲۰ درصد) جرمی آهن به آهن اسفنجی می‌شود، درحالی‌که بقیه به سرباره منتقل می‌شود. سپس اسفنج باید با چکش تثبیت‌شده تا آهن فرفورژه قابل‌استفاده شود ساخته شود. برخی شواهد باستان‌شناسی وجود دارد که نشان می‌دهد آهک به کوره‌ها اضافه‌شده است تا سنگ معدن‌های غنی از سیلیس را که ذوب کردن آن‌ها با کوره‌های بلوم دشوار هست را تصفیه کند . آهن باتلاقی در ساحل شرقی مریلند نیز یافت شد. بقایای یک مرکز ذوب تجاری در نزدیکی اسنوو هیل، مریلند، اکنون به یک مکان تاریخی ایالتی و ملی تبدیل‌شده است. این شهر که به‌عنوان شهر کوره شناخته می‌شود، به خاطر رودخانه نزدیک آن به نام کوره آهن ناساوانگو نیز شناخته می‌شود. کوره تجاری از حدود سال (۱۸۲۵ تا ۱۸۵۰) میلادی کار می‌کرد .

آب زیرزمینی معمولی آهن‌دار که به‌صورت چشمه ظاهر می‌شود. آهن پس از برخورد با محیط اکسیدکننده سطح به هیدروکسید آهن اکسید می‌شود. تعداد زیادی از این چشمه‌ها و تراوش‌ها در دشت سیلابی آهن را برای رسوبات آهن باتلاقی فراهم می‌کند.

شکل (۷) شمایی از تولید آهن باتلاقی را در طبیعت نشان می‌دهد.

شکل (۷) تولید آهن باتلاقی در طبیعت

شرح انجام پروژه

در بررسی علل خوردگی میکروبی، قسمتی از یک خط لوله ۲۰ اینچ (انتقال مواد شیمیایی در مسیر مناطق خشک موردمطالعه و آزمایش قرار گرفت. بنابر اطلاعات دریافت شده این خط لوله در دو ناحیه دچار پدیده (Pitting) که به‌صورت نوعی (خوردگی حفره‌ای کوچک و متعدد) شده است. همچنین بررسی‌های انجام‌شده حضور باکتری ((SRB و ایجاد کلونی‌های آن را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که خط لوله مذکور دارای حفاظت کاتدی است و برای انتقال مواد شیمیایی مورداستفاده قرار می‌گیرد. زمان سرویس خط لوله (حدود (۳ سال بوده است. هم‌چنین بهره‌برداری از خط لوله به‌صورت پیوسته نبوده و برای زمان‌هایی متوقف‌شده است.

به‌منظور بررسی علل تخریب، ابتدا با انجام بازرسی‌های چشمی و مطالعات ماکروسکوپی توسط میکروسکوپ استریو سطوح داخلی و خارجی نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل (۸)

شکل (۸) میکروسکوپ استریو چشمی

آنالیز شیمیایی نمونه توسط روش طیف‌سنجی نشری) کوانتومتری (تعیین گردید. سپس با تهیه نمونه‌های متالوگرافی از مناطق مختلف) سالم و مشکوک به نشتی (ساختار میکروسکوپی موردمطالعه قرار گرفت. خواص مکانیکی با انجام آزمون‌های سختی سنجی و کشش دمای محیط تعیین گردید. جهت تکمیل مطالعات از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) به همراه آنالیز (EDS)استفاده شد.

شکل (۹) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) به همراه آنالیزور (EDS) را نمایش می‌دهد.

در مرحله بعد، سطح داخلی لوله مورد بازرسی چشمی قرار گرفت. رسوباتی بهرنگ‌های مختلف) نارنجی، قهوه‌ای، قرمز، سبز و سیاه(در سطح داخلی قابل‌مشاهده

هستند بررسی سطوح داخلی و خارجی لوله قبل از شستشو نشان می‌دهد خوردگی در سطح داخلی به‌صورت تقریباً یکنواخت بوده و هیچ حفره و یا ترکی که بتواند منجر به نشتی شود، با میکروسکوپ استریو تشخیص داده نمی‌شود. نواحی اطراف حفره مشاهده‌شده مورد شستشو قرار گرفت تا سطح زیر رسوبات بررسی گردد. طبق مشاهدات، در زیر رسوبات تعداد (زیادی Pit حفره‌های ریز) وجود دارد که می‌تواند مربوط به اثر عنصر موجود در سطح باشد و عمق (این Pit حفره‌ها) در حدی نیست که بتواند منجر به نشتی گردد.

روش تحقیق

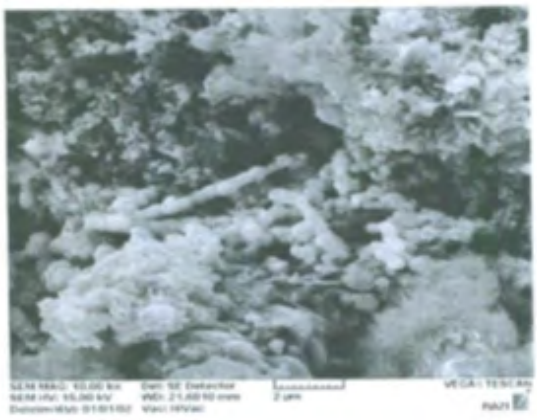
ساختار میکروسکوپی نمونه موردمطالعه در شکل (۱۰) نشان داده می‌شود. مطابق شکل خوردگی میکروبی در خطوط لوله انتقال مواد شیمیایی و وجود باکتری در در سطح داخلی لوله کاملاً مشهود است.

نتایج مطالعات میکروسکوپ الکترونی: وجود باکتری فیلامنت در سطح داخلی و در حفره تونلی نشان داده‌شده است. خوردگی میکروبی به‌عنوان فرآیندی الکتروشیمیایی تعریف شود که در آن میکروارگانیسم‌ها قادر به شروع، تسهیل یا تشویق واکنش خوردگی بدون تغییر در طبیعت الکتروشیمیایی فلز هستند. میکروارگانیسم‌ها به سطوح چسبیده و بر روی آن رشد می‌کنند که منجر به تشکیل فیلم بیولوژیک یا بیوفیلم می‌شود. شکل (۱۱) تصویر میکروسکوپ الکترونی از حفره، در ناحیه معیوب را نشان می‌دهد.

آزمون غیر مخرب رادیوگرافی بر روی ناحیه معیوب انجام گرفت. که نتایج به‌دست‌آمده وجود یک حفره تونلی را نشان داد. شکل (۱۲) وجود حفره تونلی) خوردگی غیریکنواخت (در راستای طولی را نشان می‌دهد.

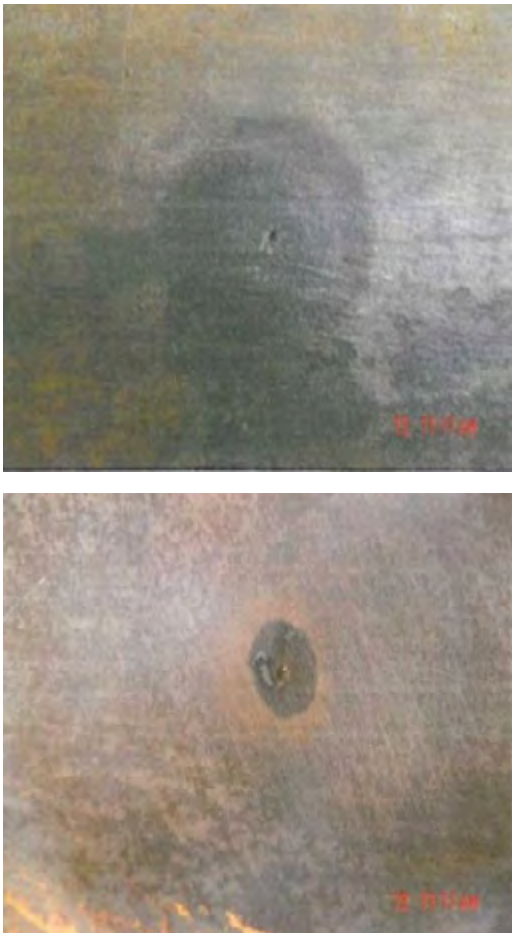
شکل (۱۲) نتایج آزمون غیر مخرب رادیوگرافی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود وجود حفره‌های

شکل (۹) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) به همراه آنالیزور (EDS)



شکل (۱۰) وجود باکتری در سطح داخلی لوله

شکل (۱۱) تصویر میکروسکوپ الکترونی از حفره، در ناحیه معیوب



شکل (۱۲) وجود حفره تونلی خوردگی غیریکنواخت در راستای طولی

تونلی در راستای طولی کاملاً مشهود بوده و خوردگی میکروبی منتج از وجود باکتری‌های کاهنده سولفات را تأیید می‌نماید. نتایج آنالیز شیمیایی نمونه موردمطالعه در جدول(۲) نشان داده‌شده است. ترکیب شیمیایی نمونه موردنظر با استاندارد (API5L Grade X۴۲) مطابقت دارد.

ساختار میکروسکوپی

به‌منظور بررسی ساختار میکروسکوپی، نمونه‌های متالوگرافی از مقطع عرضی در مناطق سالم و آسیب‌دیده تهیه‌شده و موردمطالعه قرار گرفت. در سطح داخلی نمونه خوردگی به‌صورت غیریکنواخت قابل‌مشاهده است. در مقطع عرضی تهیه‌شده از محل عیب تشخیص داده‌شده توسط آزمون رادیوگرافی، یک حفره بزرگ تونلی مشاهده‌شده است. ساختار میکروسکوپی شامل فریت همراه با مقادیری پرلیت است و در بعضی نقاط باندینگ پرلیت نیز دیده می‌شود. که در شکل (۱۳) ساختار میکروسکوپی نمونه قابل‌مشاهده است.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	Fe
0.07	0.28	1.31	0.021	0.006	0.007	0.003	0.01	0.018	0.027	Base

جدول (۲) نتایج آنالیز شیمیایی نمونه

حدود مجاز ترکیب شیمیایی برای استاندارد مذکور در جدول (۳) آورده شده است.

C	Mn	P	S
*	*	*	*
0.22	1.30	0.030	0.04

جدول (۳) حدود مجاز ترکیب شیمیایی نمونه

آزمون سختی سنجی

نتایج آزمون سختی سنجی ماکرو در جدول (۴) نشان داده‌شده است.

موقعیت سختی سنجی (mm)	نیروی‌اعمالی (kgf)	عدد سختی (HB)			
		نقطه ۱	نقطه ۲	نقطه ۳	میانگین
مرکز	187.5	150	156	148	151

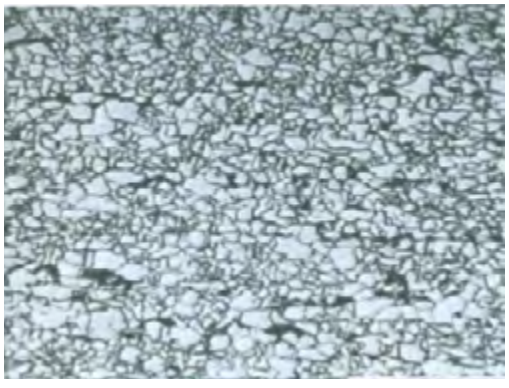
جدول (٤) نتایج آزمون سختی سنجی ماکرو

آزمون کشش

نتایج آزمون کشش در دمای محیط در جدول (۵) آورده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد خواص مکانیکی نمونه با حدود مجاز در استاندار (API 5L GRADE X ۴۲) مطابقت دارد.

ردیف	قطر D (mm)	سطح مقطع S_o (mm^2)	استحکام تسلیم Mpa	استحکام نهایی R_m MPs	ازدیاد طول نسبی $\%A_{50.8}$
۱	12.50*7.05	88.12	419	496	34
حدود مجاز استاندارد API 5L Grade X42			min290	min414	min21

جدول (۵) نتایج آزمون کشش در دمای محیط



شکل (۱۳) ساختار میکروسکوپی نمونه

بحث و نتیجه‌گیری

. آنالیز شیمیایی نمونه ارسالی با استاندارد API5L Grade X۴۲ مطابقت دارد و خواص مکانیکی با حدود مجاز در استاندارد مطابقت دارد.

مطالعات ماکروسکوپی نشان‌دهنده وجود(Pit) های (خوردگی حفره‌ای) کوچک و متعدد و کم‌عمق در زیر رسوبات موجود بر روی سطح داخلی لوله است. ساختار میکروسکوپی شامل فریت همراه با مقادیری پرلیت است. در بعضی نقاط در ساختار باندینگ پرلیت نیز دیده می‌شود.

بر اساس مطالعات انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌ها به نظر می‌رسد خوردگی موضعی ناشی از فعالیت باکتری رسوب‌گذار آهن (Iron-depositing bacteria) و باکتری‌های کاهنده سولفات عامل اصلی پیدایش نشتی در خط لوله مذکور هستند. مشاهده حفره تونلی در منطقه آسیب‌دیده وجود فیلامنت ها در نواحی خورده شده صحیح بودن این فرضیه را تشدید می‌نماید. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد خوردگی در سطح داخلی) به‌جز منطقه آسیب‌دیده توسط میکروب‌ها (تقریباً یکنواخت بوده و آثاری از خوردگی حفره‌ای شدید (Pitting) دیده نمی‌شود. با توجه به توقف سیال در داخل لوله برای زمان‌های نسبتاً طولانی و حضور احتمال آب در سیال و ته‌نشین شدن آن شرایط برای ایجاد خوردگی میکروبی تشدید شده است. وجود کلراید در آب ته‌نشین شده می‌تواند منجر به ایجاد خوردگی یکنواخت و یا حفره‌ای) به‌ویژه در فولادهای زنگ نزن آستنیتی (گردد که در لوله موردبررسی یون کلراید عامل اصلی تخریب و نشتی نبوده است؛ زیرا خوردگی عمدتاً از نوع یکنواخت است و اگر هم درجایی حفره‌های خوردگی به وجود آمده بسیار کم‌عمق هستند که با توجه به ضخامت لوله(۲۰ اینچ)، منجر به نشتی نمی‌شوند. چنانچه خوردگی حفره‌ای ناشی از یون کلراید باعث نشتی شده باشد حفره‌های متعدد و عمیق خوردگی در مناطق مختلف) به‌ویژه در نواحی معیوب (مشاهده می‌شود که چنین موردی در لوله موردبررسی دیده نشده است. علاوه بر این پیدایش حفره تونلی که منجر به نشتی شده است نتیجه مستقیم فعالیت باکتری‌ها است و کیفیت متالورژیکی و شرایط ساخت لوله تأثیر قابل‌توجهی در پیدایش آن ندارد. آخرین نکته‌ای که باید به آن توجه شود این است که بر اساس منابع نمی‌توان زمانی که برای وقوع خوردگی میکروبی لازم است تعیین کرد؛ زیرا این عامل به فاکتورهای مختلف ازجمله شرایط محیط بستگی دارد. باکتری‌های (SRB) در تمام محیط‌ها ازجمله آب، هوا، خاک و ... پراکنده هستند و منجر به ایجاد رسوب هیدروکسید آهن در سطح می‌شوند. حضور این باکتری‌ها زمانی مشخص می‌شود که رسوبات نازک قهوه‌ای، نارنجی و قرمز به‌صورت برآمده مشاهده گردد. کلراید) که ممکن است از هر منبعی به درون سیال وارد گردد (با آهن واکنش می‌دهد و کلراید آهن تولید می‌شود که سبزرنگ است. به این پدیده اصطلاحاً (Green Rust) اطلاق می‌گردد. با توجه به حضور میکروارگانیسم‌ها در هوا، آب، خاک و... ایجاد سیستمی عاری از میکروب، بسیار مشکل است بااین‌وجود موارد ذیل جهت کنترل و کاهش مشکل پیشنهاد می‌گردد.

آنالیز میکروبیولوژی و شیمیایی سیال ورودی به‌منظور تعیین نوع و تعداد میکروب‌ها (ازجمله هوازی، بی‌هوازی، آهن خوار) تمیز نمودن و تمیز نگاه‌داشتن سطوح و زدودن رسوبات در سطح داخلی در فواصل زمانی منظم.

بررسی امکان استفاده از مواد میکروب‌کش (تنظیم صحیح مقدار ماده میکروب‌کش نیز بسیار مهم است.)

جلوگیری و یا کاهش زمان توقف سیال در خط لوله(در صورت امکان)

منابع

1 - Kaczorek, Danuta, Gerhard W. Brümmer, and Michael Sommer (2009). "Content and Binding Forms of Heavy Metals, Aluminium and Phosphorus in Bog Iron Ores from Poland". Journal of Environmental Quality.

2 - Rzepa, Grzegorz, Tomasz Bajda, and Tadeusz Ratajczak (2009). "Utilization of bog iron ores as sorbents of heavy metals". Journal of Hazardous Materials. • ↑

3 - Heimann, R. B., U. Kreher, I. Spazier, and G. Wetzel (2002). "Mineralogical And Chemical Investigations Of Bloomery Slags From Prehistoric (8th Century Bc To 4th Century Ad) Iron Production Sites In Upper And Lower Lusatia, Germany". Archaeometry.

4 -Bowles, G., R. Bowker, and N. Samsonoff (2011). "Viking expansion and the search for bog iron". Platforum.

5 - Sitschick, H., F. Ludwig, E. Wetzel, J. Luckert, T. Höding (2005). "Raseneisenerz – auch in Brandenburg ein mineralischer Rohstoff mit bedeutender wirtschaftlicher Vergangenheit" (PDF). Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge. 12: 119–128. Archived from the original (PDF) on 6 April 2019. Retrieved 15 December 2021.

6- I.S. Cole, P. Corrigan, S. Sim, N. Birbilis, Corrosion of pipelines used for CO2 transport in CCS: is it a real problem?, Int J. Greenhouse Gas Control 5 (2011)

7 - R. Singh, Enhanced oil recovery and CO2 corrosion a challenge, in: 2010 China International Pipeline Forum, Langfang, China, 2010

8 - S. Nesic, Key issues related to modeling of internal corrosion of oil and gas pipelines – a review, Corrosion. Sci. 49 (2007)

9-- G. Schmitt, T. Gudde, E. Strobel-Effertz, Fracture mechanical properties of CO2 corrosion product scales and their relation to localized corrosion, in: Corrosion, NACE International, Denver, 2007

10-- O.A. Nafday, S. Nesic, Iron carbonate scale formation and CO2 corrosion in the presence of acetic acid, in: Corrosion, NACE International, Houston, 2008,

تحقیق و توسعه از نگاه محقق

در این بخش می خوانید؛

- راهکارهای «مشارکت مردمی در جهش تولید» با رویکرد تحقیق و توسعه در شرکت ذوب‌آهن اصفهان
- نوآوری فرآیند
- معرفی بهترین ابزار برای انجام تحقیق
- معرفی تکنولوژی نوآورانه آهن‌سازی
- معرفی یکی از شرکت های برتر فولادی جهان
- هوش مصنوعی؛ پل نوین توسعه
- آهن و فولاد در مسیر تاریخ

راهکارهای «مشارکت مردمی در جهش تولید»
با رویکرد تحقیق و توسعه در شرکت ذوب‌آهن اصفهان

فولاد تحریریه نشریه

افزایش تولید همراه با بهره‌وری همواره یکی از دغدغه‌های کارخانه‌ها و شرکت‌های تولیدی هست که برای تحقق این مهم بایستی از همه ظرفیت‌های در دسترس استفاده گردد. ازجمله این ظرفیت‌ها منابع انسانی موجود در داخل و خارج سازمان است که یکی از مهم‌ترین پیشران‌های دستیابی به اهداف خرد و کلان هست.

انتخاب شعار «جهش تولید با مشارکت مردم» برای سال ۱۴۰۳ توسط رهبر معظم انقلاب که به‌عنوان بیانیه و تبیین‌کننده مواضع و اهداف پیش رو در هرسال هست نشان‌دهنده اهمیت بالای بهره‌مندی از سرمایه انسانی است.

از الزامات شعار امسال و تحقق نقش مردم در تولید کشور و درنهایت دستیابی به هدف شکوفایی اقتصاد کشور ، نیروی کار مولد داخل شرکت به‌عنوان ستون فقرات تولید و جامعه علمی کشور ازجمله اساتید، دانشجویان و متخصصان شرکت‌های دانش‌بنیان و در کنار آن ظرفیت‌های علمی بسیار زیاد موجود در شرکت به‌عنوان منابع علمی می‌باشند.

نگاه راهبری به مقوله تحقیق و توسعه و توجه مدیران عالی شرکت‌ها به این بخش، برای نیل به اهداف کلان ازجمله تولید و توسعه دانش‌بنیان همواره راهگشا بوده است.

ذوب‌آهن اصفهان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان مقاطع فولادی در کشور نقش مهمی در تحقق شعار سال می‌تواند داشته باشد که یکی از بهترین و دسترس‌ترین زمینه‌ها برای رسیدن به این هدف مشارکت مردمی با محوریت تحقیق‌وتوسعه هست. که در ادامه مواردی ذکر خواهد شد.

زمینه مشارکت مردمی	جامعه هدف
استفاده از خروجی نظام پیشنهادات و تبدیل پیشنهادات به طرح‌های کاربردی	کلیه کارکنان ذوب‌آهن و شرکت‌های تابعه
تدوین سیاست‌های مناسب و ارائه حمایت‌های هوشمندانه جهت مشارکت بیشتر و تسریع در انجام طرح‌ها	مدیران عالی و تصمیم سازان
شکل‌گیری هسته‌های پژوهشی	متخصصان و کارشناسان
تسهیل حضور دانشجویان در صنعت و حمایت مادی و معنوی از طرح‌ها و پایان‌نامه‌های دانشجویی	دانشجویان و متخصصان شرکت‌های دانش‌بنیان
افزایش ارتباط با شرکت‌های دانش‌بنیان و مراکز دانشگاهی در راستای نوآوری باز	اساتید، دانشجویان و متخصصان شرکت‌های دانش‌بنیان
فراهم نمودن زمینه حضور اساتید دانشگاهی در قالب فرصت مطالعاتی	اساتید دانشگاهی
ایجاد سیستم نظام مدیریت ایده جهت مشارکت متخصصان و ذینفعان خارج از شرکت	متخصصان و ذینفعان خارج از شرکت
انجام فراخوان ایده‌های کاربردی و راهکارهای اجرایی برای افزایش پویایی و به نتیجه رسیدن طرح‌های نوآورانه	دانشجویان و متخصصان شرکت‌های دانش‌بنیان
سرمایه‌گذاری در طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی و ایجاد فرصت‌های پژوهشی	شرکت‌های شتاب‌دهنده بخش خصوصی

نوآوری فرآیند

فولاد تحریریه نشریه

فرآیندهای داخلی همان چیزی هستند که سازمان برای توسعه و ارائه محصولات و خدمات خود استفاده می‌کند. ازآنجاکه فرآیندها در اکثر سازمان‌های یک صنعت خاص بسیار شبیه به هم هستند، اکثر مردم توجه زیادی به آن‌ها ندارند. آن‌ها همچنین به‌اندازه محصولات و خدمات یا تجربه مشتری برجسته نیستند، اما مسلماً در طولانی‌مدت از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شوند.

نوآوری در فرآیندهای داخلی می‌تواند در هزینه‌ها، توانایی سازمان برای ایجاد محصولات و خدمات جدید و بهتر و همچنین رشد و مقیاس مؤثر، پیشرفت‌های چشمگیری ایجاد کند.

علاوه بر این، ازآنجاکه این نوآوری‌ها برای رقبای شما نیز چندان واضح نیستند، شناسایی و کپی کردن برای آن‌ها چالش‌برانگیز خواهد بود، که می‌تواند به‌عنوان یک مزیت رقابتی دیگر برشمرده شود.

فرصت‌ها برای بهبود فرایند افزایشی اغلب آسان شناسایی و اجرا می‌شوند، اما بدیهی است که فرایندهای داخلی نیز از نوآوری‌های بزرگ‌تر و چشمگیرتری بهره‌مند می‌گردند.

اگر شناسایی چنین فرصت‌هایی به‌سختی انجام شود، اغلب ایده خوبی است که بررسی کنید شرکت‌های نوآور در صنایع دیگر چه‌کاری انجام می‌دهند، دقیقاً مانند نمونه‌ای که در مدل‌های سود وجود دارد. برخی از نمونه‌های بالقوه برای پیگیری، روش ناب، تجزیه‌وتحلیل پیش‌بینی، اتوماسیون فرآیند، استانداردسازی، درگیری کاربر و حتی تأمین منابع مالی زیاد

تعامل با مشتری	برند	کانال	خدمت	سیستم محصول	عملکرد محصول	فرایند	ساختار	شبکه	مدل سود

معرفی بهترین ابزار برای انجام تحقیق

فوآد تحریریه نشر

Scite AI یک پلتفرم ارزیابی ادعاهای علمی مقالات است که با استفاده از هوش مصنوعی به ارزیابی و تحلیل متن مقالات و استنادهای مقاله می‌پردازد. برای محققین و پژوهشگران بررسی و مطالعه همه مراجع و مستندات مقالات مربوط به یک موضوع کار زمان‌بر و دشواری است.

Scite AI به محققان کمک می‌کند تا مقالات علمی را بهتر ارزیابی کنند، نحوه استناد و دلیل ارجاعات مقاله را بهتر درک کنند و اعتبار ادعاهای علمی و ارجاعات را مورد ارزیابی قرار دهند.

ویژگی‌های این برنامه

scite.ai دارای چندین ویژگی است که آن را به ابزاری مفید برای محققان تبدیل می‌کند. بحث‌ها یا شواهد جالب درزمینهٔ موردعلاقه خود می‌توانید آن را جستجو کنید. می‌توانید داشبوردهایی برای ردیابی و مقایسه گروه‌های مقالات ایجاد کنید. می‌توانید معیارهای مجلات و مؤسسات را بررسی کنید تا انتشارات و رتبه‌بندی آن‌ها را ببینید. شما می‌توانید نحوه استناد مقالات به یکدیگر را از طریق نمودارهای تعاملی تجسم کنید. همچنین می‌توانید از scite Assistant استفاده کنید، یک ربات چت مبتنی بر هوش مصنوعی که می‌تواند به سؤالات ساده پاسخ دهد، پیش‌نویس بنویسد و به شما در استفاده از اطلاعات مقالات تحقیقاتی کمک کند.

قابلیت‌های Scite AI چیست؟

- تحلیل هوشمند و ارائه درک دقیقی از گفتمان علمی مقالات و استنادهای ذکرشده
- مشاهده استنادهایی که به مقالات داده‌شده
- اطلاعات درباره تعداد استنادها و نوع استناد
- فیلترهای جستجو برای استنادها بر اساس نوع استناد، محل استناد و امکان مشاهده بخش‌های مورد ارجاع یک مقاله در سایر مقالات
- امنیت بالای اطلاعات و حفظ حریم خصوصی محققان در این پلتفرم
- امکان همکاری با سایر مؤسسات علمی و دانشگاهی سایر نقاط دنیا

AI

معرفی تکنولوژی نوآورانه آهن‌سازی

Flash Iron making Technology

فولاد تحریریه نشر

بخش آهن و فولاد دومین مصرف‌کننده انرژی در میان مصارف صنعتی است و همچنین به‌عنوان بزرگ‌ترین منبع صنعتی انتشار CO_2 حدود ۷ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهان را تولید می‌کند (آمار WSA سال ۲۰۲۲). در میان سه مسیر اصلی تولید فولاد خام (کوره بلند-کنورتور، احیا مستقیم-کوره قوس الکتریکی و ذوب مستقیم قراضه) روش کوره بلند علی‌رغم مصرف انرژی و آلایندگی بیشتر در مقایسه با روش‌های دیگر بزرگ‌ترین سهم تولید را در جهان به خود اختصاص داده است.

می‌توان گفت مصرف انرژی و میزان انتشار CO_2 در فرایند کوره بلند، از منظر تئوری، اساساً در حداقل سطح خود هستند. این به دلیل پیشرفت‌های قابل‌توجهی است که در طول سال‌های طولانی ازنظر کارایی در استفاده از انرژی، میزان مصرف کک، تکنیک کک سازی و افزایش تزریق سایر مواد احتراق مانند زغال‌سنگ، گاز طبیعی و پلاستیک صورت گرفته است. در مقابل فرایند احیا مستقیم بر پایه گاز طبیعی علی‌رغم میزان مصرف انرژی و آلایندگی کمتر سهم بسیار کمتری را در بازار به خود اختصاص داده است. دلیل اصلی این موضوع در دسترس نبودن میزان کافی از گاز طبیعی باقیمت مناسب به‌عنوان عامل احیاکننده سنگ‌آهن است. برای غلبه بر این چالش ذاتی در سال‌های اخیر، پروژه‌های زیادی درزمینهٔ احیای سنگ‌آهن بر پایه هیدروژن (به‌عنوان عامل احیاکننده) تعریف‌شده‌اند که در صورت تأمین پایدار و تمیز هیدروژن می‌توانند در آینده جایگزین اصلی این فرایندها شوند.

یکی از ایده‌های نوآورانه درزمینهٔ توسعه فناوری‌های پیشرو درزمینهٔ حل چالش‌های پیش رو در صنعت آهن و فولاد با عنوان فرایند آهن‌سازی فلش (Flash Iron-making Technology) یا به‌اختصار FIT در دانشگاه یوتا آمریکا پایه‌گذاری شده است. اساس این تکنولوژی احیای نرمه سنگ‌آهن (حتی با عیارهایی پایین‌تر از مواد استفاده‌شده در سینترسازی یا گندله‌سازی) با استفاده از گازهای احیایی (گاز طبیعی یا هیدروژن یا ترکیب هردو) در یک راکتور احیا به نام فلش (flash) است. جزئیات مراحل توسعه این فناوری، از تعیین امکان‌سنجی سینتیکی واکنش‌ها تا انجام تست‌ها در کوره احیای آزمایشگاهی فلاش شروع شد و پس از طراحی و ساخت پایلوت پلنت در مراحل بعدی، تست‌ها در یک کارخانه آزمایشی انجام شدند. این فرایند آهن‌سازی پس از توسعه در مقیاس صنعتی، پتانسیل دارد جایگزین ایدئال فرایندهای کوره بلند، سینترسازی (یا گندله‌سازی) و کک سازی شود؛ چون می‌تواند مستقیماً از کنسانتره سنگ‌آهن استفاده کند که به‌طور هم‌زمان مصرف انرژی و میزان آلایندگی و انتشارات حاصل از فرایند را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. در ابتدا طراحی مفهومی فرایند FIT با استفاده از گاز طبیعی به‌عنوان سوخت و عامل عملیاتی احیاکننده انجام گرفت. دلیل آن در دسترس

بودن و ارزان بودن گاز طبیعی در بیشتر نقاط ایالات‌متحده است. به‌عنوان‌مثال، برای تولید سالانه ۲۰ میلیون تن آهن به روش فلش (که تقریباً ۴۰ درصد کل تولید سالانه آمریکاست) میزان گاز طبیعی که نیاز است تنها حدود ۱.۵ درصد از کل مصرف گاز طبیعی در این کشور است. در مواقع استفاده از گاز طبیعی به‌عنوان عامل احیاکننده محصول فرایند FIT یا فلش دارای میزان کربن متغیری شبیه به محدوده فرایند HYL-ZR است (تا حدود ۵.۵ درصد).

روند FIT اگرچه مشابه روش‌های احیا مستقیم آهن است، اما در مقایسه با آن‌ها این پیشرفت چشمگیر را دارد که در آن از سنگ معدن ریزدانه به‌عنوان ماده اولیه استفاده می‌شود و فرایند یکپارچه‌سازی را حذف می‌کند. محصول این فرایند را می‌توان به کوره‌های قوس الکتریکی یا کوره‌های کنورتور در مرحله فولادسازی اضافه کرد. توانایی استفاده از سنگ معدن ریزدانه، نسبت به فرایندهای مشابه که نیاز به یکپارچه شدن کنسانتره به گندله برای احیا آهن‌دارند، مزیت هزینه‌ای فراهم می‌کند. ذرات ریز همچنین زمان فرایند احیا در کوره را به حدود چند ثانیه کاهش می‌دهند. این به معنای یک سیستم کوچک‌تر برای دست‌یابی به میزان خروجی یکسان است که هم هزینه‌های سرمایه و هم هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد. سایر مزایای بالقوه شامل بهبود عمر نسوز و سهولت تغذیه مواد خام به راکتور احیا است. فرایند آهن‌سازی فلاش مصرف انرژی را تا ۱۵ درصد نسبت به فرایندهای رقابتی با حذف فرایندهای جانبی کاهش می‌دهد. همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای را می‌توان با استفاده از گاز طبیعی یا هیدروژن به‌عنوان عامل احیا به‌جای کک به میزان قابل‌توجهی کاهش داد. تخمین‌های اولیه نشان می‌دهد که استفاده از گاز طبیعی ۳۹ درصد کمتر از فرایند کوره بلند دی‌اکسید کربن منتشر می‌کند.

چالش‌های اصلی پیش روی توسعه این فرایند عبارت‌اند از: دست‌یابی به دمای عملیاتی ۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد همراه با کاهش اتلاف حرارت، دست‌یابی به زمان موردنیاز ماند ذرات در فرایند احیا با بهینه‌سازی جریان گاز در سیستم برای جلوگیری از مسیرهای اتصال کوتاه و شناسایی آستر نسوز مناسب برای افزایش طول عمر کاری سیستم. شریک اصلی این پروژه در کنار دانشگاه یوتا، انستیتوی آهن و فولاد آمریکا یا American Iron and Steel Institute بوده است. مرحله بعدی صنعتی سازی این فناوری با هماهنگی AISI، جذب حامیان صنعتی (عمدتاً صنایع بزرگ این بخش در آمریکا) برای سرمایه‌گذاری در این زمینه است.

معرفی یکی از شرکت‌های برتر فولادی جهان

تحریریه نشریه

Cleveland-Cliffs بزرگ‌ترین شرکت فولاد نورد تخت در آمریکای شمالی و تأمین‌کننده پیشرو فولاد درجه‌یک خودرو است. این شرکت به‌صورت عمودی یکپارچه است، از مواد خام استخراج‌شده و ضایعات آهنی گرفته تا فولادسازی اولیه و تکمیل، مهر زنی، ابزارآلات ولوله. Cleveland-Cliffs دارای مزیت منحصربه‌فرد خودکفایی در تولید مواد خام برای فولادسازی است. با ابتکارات در حال انجام برای کاهش ضایعات، بهبود حفاظت از آب، و کاهش انتشار کربن تا ۲۵ درصد، ما متعهد هستیم که رهبر آمریکای شمالی در پایداری فولادسازی باشیم.

مرکز تحقیقاتی ما مرکز تحقیقات و نوآوری (RIC) است، یک مرکز پیشرفته به مساحت ۱۳۵۰۰۰ فوت مربع در میدل تاون، اوهایو، که برای مشتری‌پسند بودن و تسهیل پروژه‌های توسعه مشترک طراحی‌شده است. علاوه بر توسعه محصولات جدید، RIC میزبان سمپوزیوم‌ها و کارگاه‌های فنی در مورد شکل‌پذیری، خوردگی، جوشکاری و سایر موضوعاتی است که به مشتریان کمک می‌کند تا فولاد را بهتر کار کنند. بافرهنگ متمرکز بر نوآوری و همکاری، محصولات و فرآیندهای جدید با کارایی بیشتری توسعه‌یافته و سریع‌تر راه‌اندازی می‌شوند.

محصولات ما شامل نسل بعدی کربن با استحکام بالا و فولادهای ویژه است تا به مشتریان خودرو کمک کند خودروهای سبک‌تر و کم‌مصرف‌تر طراحی کنند که استحکام و عملکرد ایمنی برتر را حفظ کنند.

برای بیش از یک قرن، Cleveland-Cliffs (Cliffs) منابع فنی و مهندسی خود را به‌پیش بینی نیازهای در حال تکامل مشتریان خود اختصاص داده است. به‌عنوان یک شرکت فولادی کاملاً یکپارچه، ایجاد راه‌حل‌های فولادی نوآورانه و باارزش یکی از اولویت‌های استراتژیک شرکت ما است - دور شدن از تولید فولاد کالا به نفع محصولات با حاشیه بالاتر و ویژه.

امروز ما مجموعه‌ای جامع از راه‌حل‌های فولادی برای پاسخگویی به چالش‌برانگیزترین نیازهای مشتری داریم. با دعوت به همکاری بین مشتریان، گروه‌های تحقیقاتی و عملیات، راه‌حل‌های نوآورانه برای موارد استفاده جدید ایجاد می‌کنیم و مزیت رقابتی خود را افزایش می‌دهیم.

هوش مصنوعی؛ پل نوین توسعه

تحریریه نشریه

در دنیای امروز، نوآوری فناورانه به‌عنوان موتور محرکه رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی شناخته می‌شود؛ اما توزیع این نوآوری‌ها به‌شدت نامتوازن است، به‌طوری‌که بخش عمده‌ای از آن در مراکز شهری پیشرفته و ثروتمند متمرکزشده است. تجربه چین نشان می‌دهد که هوش مصنوعی و روباتیک می‌توانند به‌عنوان پلی برای کاهش شکاف نوآوری بین مناطق توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته عمل کنند. این فناوری‌ها نه‌تنها نوآوری را در همه‌جا تقویت می‌کنند، بلکه به‌طور خاص به مناطقی که ازنظر فناوری عقب‌مانده‌اند، کمک بیشتری می‌رسانند.

این نوع تمرکز جغرافیایی، شکاف عمیقی بین مناطق توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته ایجاد کرده است. پژوهش جدیدی که توسط آندرس رودریگز-پوز و ژوئینگ یو انجام‌شده است، نشان می‌دهد که چین با استفاده از هوش مصنوعی (AI) و روباتیک، در حال یافتن راهی نوآورانه برای پر کردن این شکاف است.

سرمایه‌گذاری در علم و فناوری (S&T) همواره به‌عنوان کلید اصلی نوآوری در نظر گرفته‌شده است. اندیشمندان بر این باور بوده‌اند که افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه، به رشد نوآوری منجر می‌شود. اما واقعیت پیچیده‌تر از این است. سیاست‌های سنتی مبتنی بر سرمایه‌گذاری در علم و فناوری، به‌جای کاهش شکاف‌ها، غالباً به تمرکز بیشتر نوآوری در مناطقی که از قبل پیشرفته بوده‌اند، منجر شده است.

مطالعات نشان می‌دهد، نوآوری به‌طور فزاینده‌ای در تعداد محدودی از مراکز شهری با منابع انسانی و مالی قابل‌توجه، متمرکزشده است. این تمرکز، به شکافی عمیق در توزیع نوآوری بین مناطق توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته منجر شده است. به‌عبارت‌دیگر، توزیع جغرافیایی نوآوری، نامتوازن‌تر از توزیع تقریباً همه شاخص‌های اقتصادی دیگر مانند اشتغال، درآمد، سرمایه‌گذاری یا بهره‌وری است.

صاحب‌نظران استدلال می‌کنند شهرها و مناطقی که در مرز یا زیر مرز فناوری قرار دارند، به دلیل کمبود سرمایه انسانی و منابع مالی، در تلاش برای رسیدن به سطح نوآوری همتایان پیشرفته خود هستند. این چالش، حتی باوجود سرمایه‌گذاری‌های کلان در علم و فناوری، همچنان پابرجاست.

چین پیشگام در استفاده از هوش مصنوعی و روباتیک برای توسعه متوازن

در مواجهه با این چالش، چین استراتژی جسورانه‌ای را در پیش‌گرفته است. این کشور، باهدف تبدیل‌شدن به رهبر جهانی هوش مصنوعی تا سال ۲۰۲۵، به سمت استفاده

گسترده از هوش مصنوعی و روباتیک حرکت کرده است. این هدف‌گذاری نشانه‌ای از عزم جدی چین برای تغییر در پارادایم نوآوری است.

جذب استعدادها؛ کلید موفقیت چین

یکی از اقدامات کلیدی چین، راه‌اندازی کمپین ملی جذب استعدادهای هوش مصنوعی بود. بررسی‌ها، تأثیر چشمگیر این کمپین را نشان می‌دهد. تا سال ۲۰۱۷، اروپا بیش از دو برابر چین متخصص هوش مصنوعی داشت. اما طی تنها پنج ساله، از ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰، نفوذ مهارت‌های هوش مصنوعی در چین به ۱٫۴ برابر میانگین جهانی رسید و این کشور را پس از هند و آمریکا در رتبه سوم جهانی قرارداد. همچنین، چین نه‌تنها تعداد متخصصان را افزایش داده، بلکه با جذب استعدادهای برتر و ایجاد محیطی پویا برای نوآوری، کیفیت پژوهش‌ها را نیز ارتقا داده است.

هم‌زمان با پیشرفت در هوش مصنوعی، چین سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در روباتیک صنعتی داشته است. روباتیک، استفاده از ماشین‌های قابل‌برنامه‌ریزی برای انجام وظایف تعریف می‌شود. از سال، ۲۰۱۳ تعداد روبات‌های صنعتی در چین به‌طور مداوم افزایش‌یافته است. همچنین، روباتیک می‌تواند بهره‌وری، رشد اقتصادی و نوآوری را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد.

جغرافیای متنوع هوش مصنوعی و روباتیک در چین

هم‌زمان با پیشرفت در هوش مصنوعی، چین سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در روباتیک صنعتی داشته است. روباتیک، استفاده از ماشین‌های قابل‌برنامه‌ریزی برای انجام وظایف تعریف می‌شود. از سال ۲۰۱۳، تعداد روبات‌های صنعتی در چین به‌طور مداوم افزایش‌یافته است. همچنین، روباتیک می‌تواند بهره‌وری، رشد اقتصادی و نوآوری را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد.

هوش مصنوعی؛ فراتر از مراکز سنتی

دولت مرکزی چین به دولت‌های محلی اجازه داده است تا استراتژی‌های توسعه هوش مصنوعی را با شرایط و ظرفیت‌های بومی تطبیق دهند. این رویکرد، موجب گسترش هوش مصنوعی فراتر از مراکز سنتی نوآوری شده است. نگاهی به نقشه هوش مصنوعی در چین در شکل نشان می‌دهد که گرچه مناطقی مانند دلتای رودخانه مروارید و دلتای رودخانه یانگ‌تسه همچنان پیشرو هستند، اما استان‌های داخلی نیز رشد قابل‌توجهی داشته‌اند. این الگو نشان می‌دهد که باسیاست‌های مناسب، حتی مناطق کمتر توسعه‌یافته نیز می‌توانند در فناوری‌های پیشرفته، پیشرفت کنند.

صنعتی شدن فراگیر

الگوی مشابهی در مورد روباتیک صنعتی نیز دیده می‌شود. نقشه تراکم روبات‌های صنعتی نشان می‌دهد که علاوه بر مراکز صنعتی سنتی، استان‌هایی مانند هنان، شاندونگ، فوجیان، هبی و آنهویی نیز شاهد افزایش چشمگیر در استفاده از روبات‌ها بوده‌اند. این گسترش جغرافیایی، نشان‌دهنده پتانسیل هوش مصنوعی و روباتیک در ایجاد یک مدل توسعه صنعتی فراگیرتر است. به‌جای تمرکز صرف بر مناطقی که از قبل پیشرفته هستند، این فناوری‌ها می‌توانند به توزیع متوازن‌تر فرصت‌های اقتصادی و نوآوری کمک کنند.

افزایش ثبت اختراعات

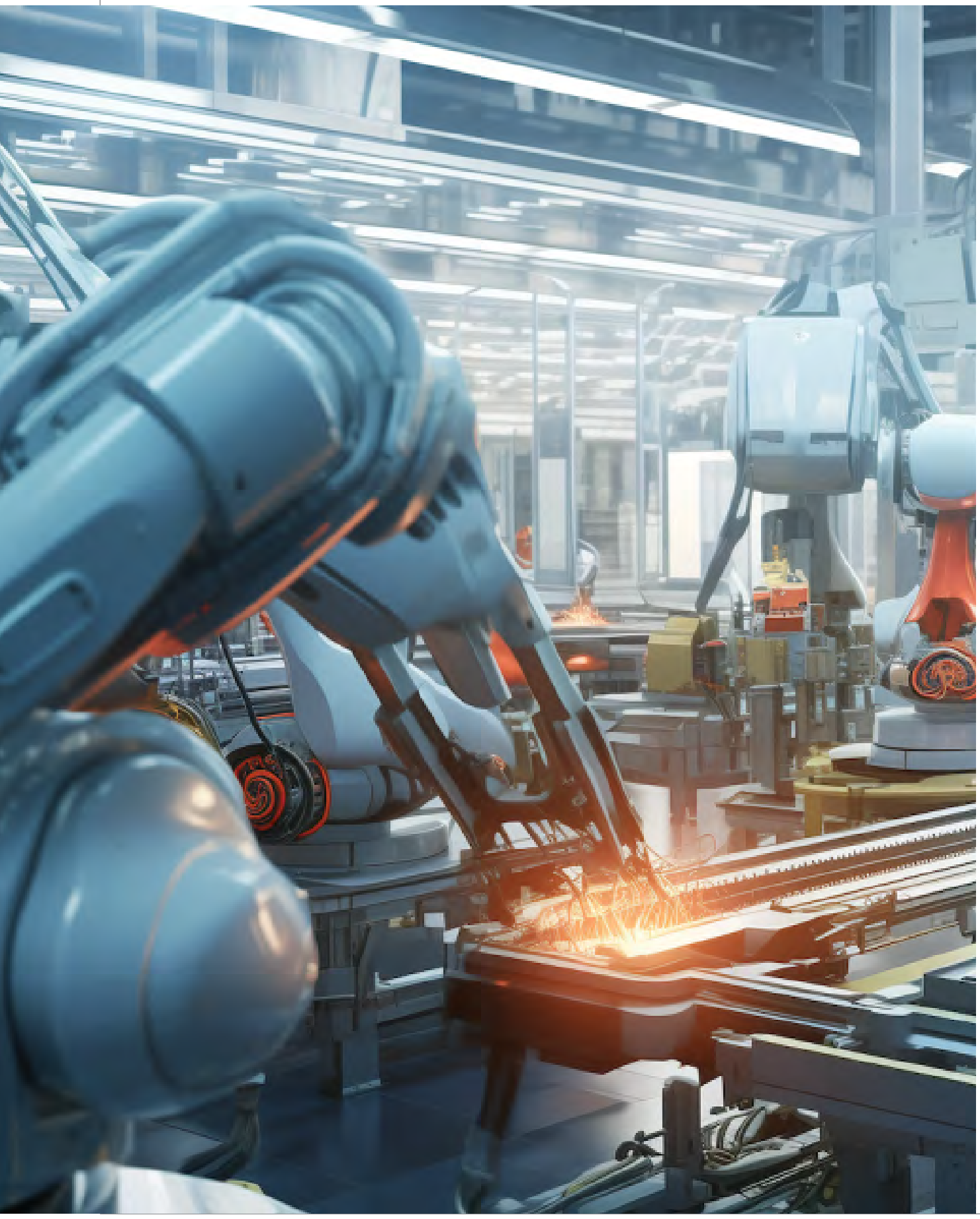
یکی از یافته‌های کلیدی این است که سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی و تراکم بالای روبات‌های صنعتی، به‌طور مستقیم با افزایش نوآوری فناورانه که با شدت ثبت اختراع سنجیده می‌شود، ارتباط دارد. به عبارت ساده‌تر، شهرهایی که بیشتر در هوش مصنوعی سرمایه‌گذاری کرده‌اند و روبات‌های بیشتری دارند، تعداد بیشتری اختراع ثبت می‌کنند.

مزایای نسبی برای شهرهای عقب‌مانده

اما نکته جالب‌تر این است که تأثیر هوش مصنوعی و روباتیک در شهرهای کمتر توسعه‌یافته، بیشتر است. این یافته، شاید مهم‌ترین دستاورد این پژوهش باشد؛ به این معنی که یک واحد سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی یا یک واحد افزایش در تراکم روبات‌ها در یک شهر کمتر توسعه‌یافته، نسبت به همان سرمایه‌گذاری در یک شهر پیشرو، افزایش بیشتری در نوآوری ایجاد می‌کند. این پدیده را می‌توان با مفهوم «مزیت عقب‌ماندگی» توضیح داد. مناطق عقب‌مانده می‌توانند با جهش فناورانه، مراحل توسعه را سریع‌تر طی کنند. هوش مصنوعی و روباتیک، دقیقاً چنین جهشی را ممکن می‌سازند. این فناوری‌ها به شهرهای کمتر توسعه‌یافته اجازه می‌دهند تا بدون طی کردن تمام مراحل صنعتی شدن سنتی، مستقیماً وارد عصر صنعت هوشمند شوند.

تقویت بازده سرمایه‌گذاری در علم و فناوری

یافته دیگر این پژوهش، تأثیر «تعدیل‌کننده» هوش مصنوعی و روباتیک بر رابطه بین سرمایه‌گذاری در علم و فناوری (S&T) و نوآوری است. به عبارت ساده، در شهرهایی که سطح بالاتری از هوش مصنوعی و روباتیک دارند، هر یوآن سرمایه‌گذاری‌شده در S&T، نوآوری بیشتری ایجاد می‌کند. این یافته، چالش‌های مطرح‌شده نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در S&T لزوماً به نوآوری در همه مناطق منجر نمی‌شود. اما با حضور هوش مصنوعی و روباتیک، این معادله تغییر می‌کند. این فناوری‌ها می‌توانند به‌عنوان کاتالیزور عمل کرده و تبدیل دانش علمی به نوآوری‌های کاربردی را تسریع کنند. جالب‌تر اینکه این اثر تقویت‌کننده در شهرهای کمتر نوآور، قوی‌تر است. این امر به آن معناست که هوش مصنوعی و روباتیک، به‌ویژه در مناطقی که ازنظر نوآوری عقب‌مانده‌اند، می‌توانند بازده سرمایه‌گذاری در علم و فناوری را به‌طور چشمگیری افزایش دهند.



آهن و فولاد در مسیر تاریخ

تحریریه نشریه

فولاد بوته‌ای (Crucible Steel)

یک پیشرفت بزرگ در سال ۱۷۵۱ رخ داد، زمانی که بنجامین هانتسمن (Benjamin Huntsman) یک کارخانه فولادسازی را در شفیلد انگلستان، جایی که فولاد با ذوب فولاد جوش‌دار در بوته‌های رسی در دمای ۱۵۰۰ درجه تا ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد (۲۷۰۰ درجه تا ۲۹۰۰ درجه فارنهایت) با استفاده از کک به‌عنوان سوخت ساخته شد. در ابتدا، بار در بوته حدود ۶ کیلوگرم وزن داشت، اما تا سال ۱۸۷۰ به ۳۰ کیلوگرم افزایش یافت، که با وزن بوته ۱۰ کیلوگرم، حداکثر انتظاری بود که یک انسان می‌توانست از یک کوره داغ بلند کند.

این فلز مایع برای ایجاد شمش در حدود ۷۵ میلی‌متر در مقطع مربع و طول ۵۰۰ میلی‌متر ریخته‌گری شد، اما ریخته‌گری‌های متعددی نیز ساخته شد. شفیلد به مرکز تولید فولاد بوته‌ای تبدیل شد. در سال ۱۸۷۳، سال اوج، تولید ۱۱۰۰۰۰ تن بود که حدود نیمی از تولید جهانی بود. فرآیند بوته پس از پایان جنگ‌های ناپلئون به سوئد و فرانسه و سپس به آلمان گسترش یافت، جایی که با آثار آلفرد کروپ در اسن مرتبط شد. یک کارخانه کوچک فولادی در سال ۱۸۹۵ در توکیو راه‌اندازی شد و از سال ۱۸۶۰ در پیتسبورگ، Pa.، ایالات‌متحده، با استفاده از شارژ آهن فرفورژه و آهن خام، فولاد بوته‌ای تولید شد. فرآیند بوته باعث شد تا برای اولین بار فولادهای آلیاژی تولید شوند، زیرا عناصر آلیاژی می‌توانستند به فلزمذاب در بوته اضافه شوند، اما از اوایل قرن بیستم، با استفاده گسترده‌تر از کوره‌های قوس الکتریکی، کاهش یافت. اعتقاد بر این است که آخرین کوره بوته در شفیلد تا سال ۱۹۶۸ کار می‌کرد.

ذوب آهن اصفهان،

پیشران توسعه راه آهن سراسری،
مترو ی کلانشهرهـــــــــــــا،
صنـــــــــــــایع معدنی و
صنعتی سازی ساختمـــــــــان

ESCO

H-Beams

تولید کننده تیرآهن های بال پهن (H)

سایزهـــای ۳۰ و ۲۸، ۲۶، ۲۴، ۲۲، ۲۰، ۱۸، ۱۶، ۱۴

شرکت ذوب آهن اصفهان
(سهامی عام) ESFAHAN STEEL COMPANY

شرکت ذوب آهن اصفهان (سهامی عام)

ذوب آهن اصفهان در مسیر تحول و توسعه
با تولید محصولات ارزش افزا

با اطمینان بسازید

ریل ملی ، افتخار ملی

www.esfahansteel.ir

ذوب آهن اصفهان
پیشران استانداردسازی و صنعتی سازی ساختمان

(سهامی عام)
شرکت ذوب آهن اصفهان

ذوب آهن اصفهان پیشگام تدوین استانداردهای ملی مقاطع ساختمانی

CERTIFICATE OF APPROVAL

Product Conformity Certification - BS 4449 and/or related products

Page 1 of 2

This is to certify that
ESFAHAN Steel Company (ESCO)
at its establishment at
On 43km of Zob Ahan Highway, Esfahan, Iran, Islamic Republic of
has satisfied the Authority that it operates a quality management system that complies with the requirements of BS EN ISO 9001 and the relevant CARES Quality and Operations Assessment Schedule. Where appropriate, and as listed below, it has further satisfied the Authority that it has established and maintains procedures for the control of production and is therefore entitled to use the CARES marks on its products using the processes and procedures registered with the Authority.

Scope of certification:
Production of steel reinforcement as stated on the attached appendix

APPENDIX TO CARES CERTIFICATE NO. 220201

ESFAHAN STEEL COMPANY (ESCO)
ON 43KM OF ZOB AHAN HIGHWAY, ESFAHAN
IRAN, ISLAMIC REPUBLIC OF

Product Conformity Certification - BS 4449 and/or related products

Page 2 of 2

SRC-Appendix 01 Carbon steel bars and coils

Scope of certification:
BS 4449:2005 Grade B500B Bar 12 to 32mm

ÜBEREINSTIMMUNGS-ZERTIFIKAT

Reg.-Nr. BAY05-VVTB1488-163

ESFAHAN STEEL COMPANY (ESCO)
Zob Ahan Highway
Esfahan - Postal Code: 81789-14491
IRAN

- تنها دارنده گواهینامه CARES در ایران جهت صادرات محصولات میلگرد آجدار به کشورهای منطقه بریتانیا و حوزه خلیج فارس
- تنها دارنده گواهینامه هموگیشن در ایران جهت صادرات محصولات به آلمان
- دارنده گواهینامه CE جهت صادرات محصولات تیر آهن به کشورهای اتحادیه اروپا
- برخوردار از گواهینامه های سیستم های مدیریتی مانند ISO9001 ،ISO45001 ، ISO14001 ISO10015، ISO17025، ISO10002 ، ISO10004
- صادرات به کشورهای عضو اتحادیه اروپا، آفریقا، کشورهای حوزه خلیج فارس و آسیای میانه طبق استانداردهای مورد درخواست مشتری حاکی از کیفیت بالای محصولات این مجتمع عظیم صنعتی می باشد.

www.midhco.com

ذوب آهن اصفهان
پیشران استانداردسازی و صنعتی سازی ساختمان

(سهامی عام)
شرکت ذوب آهن اصفهان

ذوب آهن اصفهان پیشگام تدوین استانداردهای ملی مقاطع ساختمانی

CERTIFICATE OF APPROVAL

Product Conformity Certification - BS 4449 and/or related products

Page 1 of 2

This is to certify that
ESFAHAN Steel Company (ESCO)
at its establishment at
On 43km of Zob Ahan Highway, Esfahan, Iran, Islamic Republic of
has satisfied the Authority that it operates a quality management system that complies with the requirements of BS EN ISO 9001 and the relevant CARES Quality and Operations Assessment Schedule. Where appropriate, and as listed below, it has further satisfied the Authority that it has established and maintains procedures for the control of production and is therefore entitled to use the CARES marks on its products using the processes and procedures registered with the Authority.

Scope of certification:
Production of steel reinforcement as stated on the attached appendix

APPENDIX TO CARES CERTIFICATE NO. 220201

ESFAHAN STEEL COMPANY (ESCO)
ON 43KM OF ZOB AHAN HIGHWAY, ESFAHAN
IRAN, ISLAMIC REPUBLIC OF

Product Conformity Certification - BS 4449 and/or related products

Page 2 of 2

SRC-Appendix 01 Carbon steel bars and coils

Scope of certification:
BS 4449:2005 Grade B500B Bar 12 to 32mm

ÜBEREINSTIMMUNGS-ZERTIFIKAT

Reg.-Nr. BAY05-VVTB1488-163

ESFAHAN STEEL COMPANY (ESCO)
Zob Ahan Highway
Esfahan - Postal Code: 81789-14491
IRAN

- تنها دارنده گواهینامه CARES در ایران جهت صادرات محصولات میلگرد آجدار به کشورهای منطقه بریتانیا و حوزه خلیج فارس
- تنها دارنده گواهینامه هموگیشن در ایران جهت صادرات محصولات به آلمان
- دارنده گواهینامه CE جهت صادرات محصولات تیر آهن به کشورهای اتحادیه اروپا
- برخوردار از گواهینامه های سیستم های مدیریتی مانند ISO9001 ،ISO45001 ، ISO14001 ISO10015، ISO17025، ISO10002 ، ISO10004
- صادرات به کشورهای عضو اتحادیه اروپا، آفریقا، کشورهای حوزه خلیج فارس و آسیای میانه طبق استانداردهای مورد درخواست مشتری حاکی از کیفیت بالای محصولات این مجتمع عظیم صنعتی می باشد.

شرکت ذوب آهن اصفهان (سهامی عام)

ذوب آهن اصفهان در مسیر تحول و توسعه
با تولید محصولات ارزش افزا

با اطمینان بسازید

ریل ملی ، افتخار ملی

www.esfahansteel.ir