

## ۱- تاریخچه صنعت فولاد در ایران

اقدامات لازم برای ایجاد واحد فولاد سازی در ایران به قبل از سال ۱۳۱۰ بر می گردد. بدین منظور براساس مطالعات انجام گرفته در اطراف کرج زمین وسیعی جهت اجرای پروژه در نظر گرفته شد و با کشور آلمان جهت تامین تجهیزات و ماشین آلات مذاکره و قرارداد منعقد شد که با شروع جنگ جهانی دوم این عملیات ناتمام ماند. حدود سه دهه بعد بخش خصوصی در حومه اهواز چند واحد نورد مقاطع ساختمانی و یک واحد تولید فولاد از طریق ذوب قراضه های آهنی ایجاد کرد و دولت نیز مطالعات برای تاسیس ذوب آهن تحت نام شرکت ملی ذوب آهن ایران با شوروی سابق در سال ۱۳۴۴ قراردادی منعقد کرد. از سال ۱۳۴۶ در دشت طبس استان اصفهان عملیات اجرایی ذوب آهن اصفهان جهت تولید فولاد از طریق احیا سنگ آهن توسط کک ذغالسنگ آغاز کرد که در نهایت در سال ۱۳۵۰ تولید فولاد به بهره برداری رسید. در سال ۱۳۴۹ شرکت ملی صنایع فولاد ایران جهت تولید فولاد از طریق احیا سنگ آهن توسط گاز طبیعی با دو واحد فولاد خوزستان و فولاد بندرعباس تاسیس گردید. واحد فولاد خوزستان با سه روش احیا مستقیم پروفور، میدرکس، HYL در زنجیره فولاد قرار گرفت و واحد پروفور آن در سال ۱۳۵۶ به بهره برداری رسید و عملیات اجرایی تکمیلی به علت انقلاب و جنگ با تاخیر و بهره برداری از آن به سال ۱۳۷۰ موقوف گردید. در حال حاضر روش احیا مستقیم پروفور منسوخ شده و فولاد خوزستان در ردیف دوم تولیدکننده فولاد به روش احیا مستقیم، روش های میدرکس و HYL فعال می باشد.

فولاد بندرعباس نیز در سال ۱۳۵۸ با مصوبه شورای انقلاب به مبارکه اصفهان منتقل و تحت نام فولاد مبارکه فعالیت های اجرایی آن ادامه یافت و در حال حاضر با روش احیا مستقیم به نام میدرکس بعنوان واحد نخست تولید فولاد به روش احیا مستقیم فعال می باشد.

قابل ذکر است که بعد از انقلاب دو شرکت ذوب آهن ایران و صنایع فولاد ایران درهم ادغام شده و شرکت ملی فولاد ایران تاسیس گردید، از دیگر واحدهای تولید فولاد به روش احیا مستقیم میدرکس فولاد خراسان می باشد که در نیشابور استان خراسان رضوی به بهره برداری رسیده است.

از دیگر واحدهای تولید فولاد شامل فولاد هرمزگان در بندرعباس، فولاد چادرمو و فولاد ارفع در اردکان، فولاد گل گهر در گل گهر سیرجان، فولاد زرنند کرمان و فولادهای هشتگانه در نقاط مختلف کشور از جمله قاین، سبزوار، سپید دشت چهارمحال، نیریز فارس، میانه، بافت کرمان، شادگان خوزستان و بافق یزد قرار دارند. همچنین دو واحد فولادی جهت تولید فولادهای آلیاژی یکی در اصفهان به ظرفیت سالانه ۶۰ هزار تن و دیگری در یزد بنام شرکت فولاد آلیاژی ایران با ظرفیت سالانه ۲۴۰ هزارتن در حال حاضر بهره برداری می شوند.

در حال حاضر ظرفیت تولید فولاد خام کشور به سالانه ۳۳ میلیون تن رسیده است و تولید فولاد بالفعل آن در سال ۲۰۱۷ به رقم ۲۱.۷ میلیون تن در سال بوده است و به رتبه چهاردهم در سطح جهانی رسیده است و رشد آن نسبت به سال ۲۰۱۶ معادل ۲۱.۴ درصد بوده است. پیش بینی شده است که امسال صادرات فولاد خام ایران به حدود ۸ میلیون تن بالغ گردد و این در حالی است که در افق ۱۴۰۴ تولید ۵۵ میلیون تن در سال

و برآورد صادرات سالانه فولاد ۲۰-۱۵ میلیون تن باشد. در حال حاضر مصرف سرانه فولاد در کشور حدود ۲۶۰ کیلوگرم می باشد.

## ۲- مزیت نسبی ایران در رابطه با صنعت فولاد

ایران با در اختیار داشتن ذخیره قطعی ۲.۷ میلیارد تن سنگ آهن به عنوان دهمین کشور در فهرست ده کشور برتر دارای ذخایر این ماده معدنی در جهان قرار گرفته است. همچنین وجود نیروهای کارآمد و کیفی آشنا با صنعت فولاد و وجود ذخایر انرژی گاز از اولویت های مهم در توسعه صنعت فولاد است که اگر جانمایی مناسب جهت تسهیل واردات و صادرات مواد و محصول و تامین آب مورد نیاز صنعت فولاد نیز لحاظ گردد مزیت نسبی در رابطه با صنعت فولاد محقق می گردد.

## ۳- ارزش افزوده صنعت فولاد

مهمترین ماده اولیه برای تولید فولاد، سنگ آهن می باشد که به ازای یک تن فولاد حدود ۱.۶ تن سنگ آهن مورد نیاز می باشد. قیمت یک تن سنگ آهن با عیار ۶۵ درصد + آهن، حدود ۵۰ دلار می باشد بدین صورت که هزینه سنگ آهن برای تولید یک تن فولاد ۸۰ دلار محاسبه می شود. هر تن شمش فولادی ۶۰۰-۵۵۰ دلار و هر تن محصول نهایی تمام شده بنا به مشخصات فنی آن بسیار بیشتر از ۶۰۰ دلار برای یک تن خواهد بود.

## ۴- اشتغال زایی در رده های مختلف مهندس، تکنسین و کارگر

در صورتیکه میزان اشتغال زایی مستقیم برای یک واحد یک میلیون تن فولادی را ۱۲۰۰ نفر منظور نماییم حدود ۱۵-۱۰ درصد آنها مهندس و ۲۵-۲۰ درصد آنها تکنسین و الباقی کارگران فنی می باشد. برای اشتغال زایی غیر مستقیم واحدهای تولیدی فولاد به چهار تا پنج برابر اشتغال مستقیم بالغ می شود پرواضح است که نسبت تخصصی به تفکیک مهندس، تکنسین و کارگر آن در اشتغال غیرمستقیم بسیار متفاوتتر از اشتغال مستقیم می باشد.

شایان ذکر است در حال حاضر اکثر واحدهای فولادی از جمله ذوب آهن اصفهان، فولاد مبارکه و فولاد خوزستان رقم اشتغال مستقیم آنها بیشتر از رقم ذکر شده می باشد.

## ۵- شرایط انتخاب محلی مناسب برای احداث صنعت (آیا در ایران رعایت شده؟)

شرایط انتخاب محل مناسب برای احداث صنعت فولاد شامل: نزدیکی به معادن، نظیر سنگ آهن، ذغالسنگ و دیگر مواد معدنی مورد نیاز و خطوط ریلی و مواصلاتی مربوطه می باشد. ضمناً تامین انرژی برق و گاز و آب از مشخصه های مهم انتخاب جانمایی برای احداث واحد می باشد. قابل ذکر است که شبکه توزیع محصول برای مصارف داخلی و صادرات نیز بایستی در نظر گرفته شود. در ایران تا حدود زیادی در مکان یابی واحدهای تولید فولاد به شرایط ذکر شده توجه شده است ولی در مورد احداث واحدهای فولادی هشتگانه در دولت هشتم به شرایط بالا توجه کارشناسی مناسبی رعایت نشده بطوریکه بعد از متجاوز از دوازده سال از تصویب واحدهای مذکور در دولت هشتم بخش عمده ای از این واحدها به تولید نرسیده اند. مشکلات واحدهای مذکور: دوری از معادن، نداشتن خطوط ریلی و مواصلاتی مناسب برای ورود مواد اولیه و توزیع محصول، عدم تامین میزان برق و گاز مورد نیاز و مشکلات عمده تامین آب می باشد چون که بنظر

می رسد که هدف از احداث واحدهای مذکور محرومیت زدایی از منطقه مورد تاکید بوده و برای تامین پارامترهای دیگر کار کارشناسی مناسب صورت نگرفته باشد.

#### ۶- حجم بازار داخل برای مصرف محصولات صنعت فولاد

محصول صنعت فولاد با توجه به گستردگی آن در تولید مقاطع طولیل فولادی نظیر تیر آهن ، میلگرد ، تسمه ، سپری ، ناودانی ، نبشی و غیره برای مصرف در صنایع و ساختمان که رشته ساختمان ( به تنهایی دویست رده تولیدی دیگر را شامل می شود ) از عمده مصارف آنها محصولات فولادی می باشد همچنین محصولات تخت نظیر ورق در ساختمان و صنایع مختلف از جمله صنعت خودرو و اسکلت فلزی صنایع مختلف مصرف عمده ای را به خود اختصاص می دهد. شایان ذکر است که مصرف سرانه فولاد بالغ بر ۲۶۰ کیلوگرم می باشد.

#### ۷- امکان صادرات و قدرت رقابت با سایر کشورها

در حال حاضر فولاد خوزستان ، فولاد مبارکه ، ذوب آهن اصفهان ، فولاد خراسان ، فولاد هرمزگان ، فولاد آلیاژی ایران ، فولاد آذربایجان و فولاد کاوه جنوب. واحدهای صادراتی محصولات فولادی شامل محصولات طولیل نظیر تیر آهن ، میلگرد و غیره و محصولات تخت شامل ورق و صفحه و شمش فولادی و فرآورده های آلیاژی می باشند که به کشورهای همسایه نظیر عراق ، افغانستان ، پاکستان ، کشورهای مشترک المنافع و دیگر کشورها صادرات انجام می شود . بطوریکه صادرات فولاد مبارکه در سال ۹۶ بالغ بر ۱.۵ میلیون تن و فولاد خوزستان ۱.۸ میلیون تن محصولات فولادی بوده است. و در سال ۹۷ جهش قابل توجهی تاکنون در صادرات اقلام فولادی صورت گرفته و نسبت به مدت مشابه سال قبل رشد چشمگیری داشته است.

#### ۸- دسترسی به مواد اولیه

ماده معدنی اصلی برای تولید فولاد سنگ آهن است که در گستره کشور معادن مختلفی از جمله سنگان در خراسان رضوی ، گل گهر در کرمان ، چادرملو و بافق در یزد و معادن ذغالسنگ برای تولید فولاد کوره بلندی در کرمان ، البرز شرقی ، البرز غربی و طبس وجود دارد. خوشبختانه این معادن جهت تامین مواد اولیه واحدها به خطوط ریلی متصل می باشند.

میزان قطعی معادن سنگ آهن حدود ۲.۷ میلیاردتن برآورد می شود همچنین مواد کمکی دیگر برای تولید فولاد نظیر آهک ، دولومیت و ... در کشور موجود است و بخش عمده ای از فروآلیاژهای مورد نیاز صنعت فولاد کشور از صنایع داخلی فروآلیاژ تامین می گردد.

#### ۹- دانش فنی

تولید فولاد عمدتاً توسط روش کوره بلند و از طریق احیا سنگ آهن توسط کک ذغالسنگ و یا احیا مستقیم و احیا سنگ آهن توسط شکست گاز انجام می پذیرد. روش کوره بلند در ذوب آهن اصفهان توسط سه کوره بلند و در واحد کوره بلند زرنند کرمان تولید چدن و در نهایت تولید فولاد انجام می گیرد و دیگر واحدهای تولید فولاد از طریق احیا مستقیم و احیا سنگ آهن توسط گاز صورت می گیرد و واحدهای کوچکی نیز در بخش خصوصی از طریق ذوب قراضه های آهنی در صنعت فولاد فعال می باشند.

تبدیل شمش یا اسلب به محصولات نهایی در واحدهای نورد صورت می گیرد که بخش خصوصی تعداد قابل ملاحظه ای از این واحدها را مدیریت می کند و با دریافت شمش داخلی یا وارداتی محصولات فولادی تولید می کند.

دانش فنی برای ساخت کوره بلند بومی شده و واحد ۳۰۰ هزار تنی فولاد میبید توسط کارشناسان ایرانی ساخته و به بهره برداری رسیده هرچند که در حال حاضر واحد مذکور بعلت عدم تامین کک مورد نیاز غیرفعال می باشد و واحدهای تولید فولاد از طریق احیا مستقیم در فولاد مبارکه ، خوزستان ، هرمزگان ، خراسان فعال می باشند و واحدهای هشتگانه فولادی نیز از روش احیا مستقیم میدرکس می باشند هرچند که فولاد خوزستان از روش احیا مستقیم HYL نیز استفاده می کند شایان ذکر است که واحد احیا مستقیم زمزم که از تکنولوژی داخلی استفاده شده نیز در فولاد خوزستان فعال می باشد . همچنین روش احیا مستقیم PRED نیز تکنولوژی آن بومی شده و توسط کارشناسان داخلی برای برخی از واحدهای فولادهای هشتگانه در نظر گرفته شده اند.

#### ۱۰- تکنولوژی ماشین آلات و طراحی خط تولید

چرخه تولید فولاد از معدن آغاز و در انتهای خط نورد به محصول نهایی تبدیل می شود. در مرحله معدن سنگ آهن عمدتاً به صورت دانه بندی شده برای فولاد کوره بلندی و به شکل کنسانتره برای تولید فولاد احیا مستقیم تهیه می گردد و سپس در مرحله احیا برای فولاد کوره بلندی بصورت دانه بلندی و اگومره و بصورت گندله و کلوخه جهت احیا مستقیم مصرف می شود و در نهایت بصورت شمش فولادی و تختال در واحدهای نورد بصورت مقاطع طویل و صفحه و صفحه و ورق به محصول نهایی تبدیل می شود.

توان مهندسی و مشاوران داخلی قادر به طراحی این خطوط بوده و در کلیه فرآیند تولید شرکت های مهندسی داخلی قادر به ارائه خدمات شایانی به ایجاد و توسعه صنعت فولاد می باشند. بخش قابل ملاحظه ای از ماشین آلات و تجهیزات در توان مهندسی داخل کشور بوده و الباقی از صاحبان تکنولوژی کسب و چرخه فولاد تکمیل می گردد.

#### ۱۱- انرژی مورد نیاز ( آب ، برق ، گاز )

انرژی مورد نیاز برای احداث صنعت فولاد شامل آب ، برق و گاز می باشد. کمبود آب از چالش های مهم ادامه فعالیت واحدهای تولیدی فولاد می باشد راه های مختلف جهت صرفه جویی در مصرف آب از جمله استفاده از کندانسورهای هوایی بجای آبی و خنک کردن آب آبگردها مورد مطالعه جدی قرار گرفته است.

مصرف برق نیز با ابتکارات متعدد جهت کاهش مصرف آن روبرو بوده است از جمله مصرف برق به ازای یک تن فولاد در روش احیا مستقیم کوره قوس الکتریکی می باشد که از رقم ۸۵۰ کیلو وات ساعت به ازای یک تن تولید فولاد به رقم ۷۰۰-۶۰۰ کیلو وات ساعت رسیده است که این جهت کاهشی در طرح های اصلاحی کاهش مصرف ادامه دارد.

مصرف گاز هم عمدتاً جهت احیا سنگ آهن موردنظر است که طرح های اصلاحی کاهش مصرف به ازای یک تن تولید همیشه موردنظر است. مصارف عمده مصرف انرژی آب ، گاز ، برق به شرح ذیل است :

- آب مصرفی در روش کوره بلند ۲.۳-۱.۸ متر مکعب به ازای یک تن تولید
- آب مصرفی در روش احیا مستقیم ۱.۶ متر مکعب با ازای یک تن تولید

- مصرف برق به ازای تولید یک تن چدن ۲۰ کیلو وات ساعت
- مصرف برق به ازای یک تن تولید در کوره قوس الکتریک ۶۰۰-۷۰۰ کیلو وات ساعت
- مصرف برق به ازای یک تن تولید در کوره احیا میدرکس ۱۱۴-۱۲۰ کیلو وات ساعت
- مصرف گاز با ازای یک تن تولید در کوره احیا حدود ۳۰۰ متر مکعب

#### ۱۲- آشنایی با فناوری های جدید تولید برای افزایش بهره وری و کاهش مصرف انرژی

روش های تخلیه مذاب از کف کوره EBT، روش های مختلف صرفه جویی در مصرف انرژی ها در بخش های مختلف تولید فولاد، استفاده مجدد از پسماندها از جمله دودکش کوره های قوس الکتریک و کنورتور، واحد اگلومره، گندله سازی

#### ۱۳- میزان آسیب رسانی به محیط زیست

حدود ۳۰ درصد آلاینده های در جهان مربوط به صنعت فولاد است. از آلودگی های محیطی با نصب غبارگیر در خروجی کوره های قوس الکتریک و کنورتور و از پسماند شستشو گازهای خروجی جهت استفاده مجدد در خط تولید و با صرفه جویی در مصرف کلیه انرژی های مصرفی از آلودگی محیط زیست اجتناب شود.

#### ۱۴- میزان ارزیابی و مقایسه با سایر صنایع

با بومی سازی ماشین آلات و تجهیزات سعی شده است که از ارزیابی برای ایجاد صنعت فولاد و توسعه آن کاهش یابد. بطوری که بخش های عمده از تجهیزات کوره بلند و بخش های مرتبط با آن بومی سازی شده است و در مورد کوره احیا نیز واحدهای زمزم و PRED جایگزین روش های میدرکس در احیا مستقیم شده اند.

#### ۱۵- آسیب پذیری در شرایط تحریم

با توجه به تامین مواد اولیه مورد نیاز تولید فولاد از داخل کشور و بومی سازی بخش عمده ای از ماشین آلات و تجهیزات در واحدهای ماشین سازی داخلی و طراحی خطوط تولید توسط مشاوران داخلی آسیب پذیری در شرایط تحریم به حداقل آن کاهش یافته است.

#### ۱۶- مشکلات و چالش های مطرح در راه صنعت فولاد

بطور عمده تامین انرژی از چالش های مهم توسعه صنعت فولاد می باشد. بالاخص تامین آب مورد نیاز برای واحدهایی که دور از بنادر ایجاد شده اند، همچنین در زمستان بعلت مصرف بالای گاز خانگی و اولویت تامین گاز مصرفی در بعضی از مواقع محدودیت هایی جهت تولید فولاد اعمال می شود و در تابستان نیز

همین طور بعلت افزایش نسبی مصرف برق محدودیت هایی در بعضی از ساعت های پیک مصرف برای صنعت فولاد اعمال می شود .

ضمناً توسعه صنایع معدنی جهت بالفعل درآمدن توان تولید در واحدهای معدنی جهت مصرف در واحدهای فولاد بایستی به جدیت دنبال گردد و فعالیت های اکتشافی تکمیلی نیز در معادن به اجرا درآید. همین طور توسعه خطوط ارتباط ریلی و تقویت زیر ساخت ها و کشنده ها نیز بایستی مدنظر قرار گیرد.