

نقش انرژی در تابآوری صنعت فولاد

ارائه‌دهنده: دکتر سعید زرندی

مدیرعامل گروه فولاد مبارکه

مردادماه ۱۴۰۵

وضعیت فولاد جهان ۲۰۲۶

OECD Steel Outlook 2026 & World Steel in Figures 2026

چشم‌انداز تقاضا و تولید جهانی



تجارت جهانی فولاد در سال 2025



نکات کلیدی

- رشد تقاضای جهانی بسیار محدود خواهد ماند.
- مزاد ظرفیت جهانی مزاد عرضه افزایش خواهد داد.
- چین همچنان منشأ اصلی فولاد مازانی می‌باشد.

چشم‌انداز و ظرفیت جهانی

مازاد ظرفیت جهانی فولاد تا 2028

745 million tonnes



بیشتر از کل تولید فعلی کشورهای عضو OECD

توسعه ظرفیت و بهره‌برداری جهانی



138.8 Mt ظرفیت جدید 2028 تا

76% → 74% کاهش نرخ بهره‌برداری

فشار بیشتر بر قیمت‌ها و سودآوری

تمرکز چین در بازار جهانی

131 million tonnes صادرات فولاد چین در 2025

+153% رشد صادرات نسبت به 2020

38.6 million tonnes برنامه ظرفیت جدید چین 2028 تا

نکته کلیدی

رقابت صادراتی چین در سایر بازارهای هدف ایران (خاورمیانه، آفریقا و آسیا) تشدید خواهد شد.

حمایت‌گرایی و اقدامات تجاری

400+

اقدام حمایتی و جبرانی فعال در جهان

افزایش تعرفه‌های فولادی در 2025



نکته کلیدی

رشد واردات منجر به حمایت‌گرایی، بیلت، دسترسی به بازارهای صادراتی دشوارتر خواهد شد و حضور محلی و راهبردهای تجاری اهمیت بیشتری دارد.

فولاد سبز و مسیر کاهش کربن

شدت انتشار کربن در مسیرهای مختلف تولید (تن CO₂ به ازای هر تن فولاد)

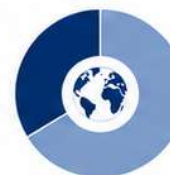


نکته کلیدی

گذار جهانی به سمت فولاد کم‌کربن شتاب گرفته و مسیر DRI-EAF روبه‌رو به‌فرد گسترده خواهد بود.

ترکیب تولید جهانی بر اساس فرآیند (2025)

30.3% EAF (گروه القایی الکتریکی)



69.4% BF-BOF (گروه بلند-اکسیژنی)

نکته کلیدی

سهم EAF در حال افزایش است و روند جهانی به سمت تولید کم‌کربن و انعطاف‌پذیر حرکت می‌کند.

جایگاه فولاد مبارکه در جهان



10.29 million tonnes

تولید فولاد خام در 2025

43rd in the world

رتبه 43 جهان



بزرگترین تولیدکننده فولاد ایران و خاورمیانه



سه پیام کلیدی برای تصمیم‌گیری

- 1 تمرکز بر بهره‌وری، کاهش هزینه و نوآوری بهره‌وری برای حفظ رقابت‌پذیری در بازارهای جهانی.
- 2 توسعه فولادهای ویژه و محصولات با ارزش افزوده بالا گسترش صادرات به بازارهای هدف.
- 3 سرمایه‌گذاری در فناوری‌های فولاد سبز و دیجیتال‌سازی برای ایجاد مزیت رقابتی پایدار.



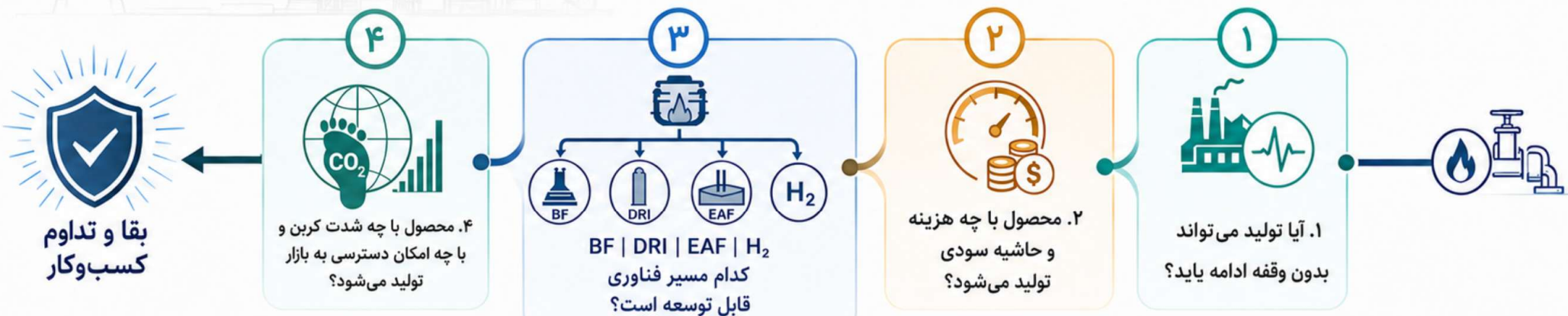
چالش‌های مؤثر بر تاب‌آوری فولاد مبارکه و پاسخ‌های راهبردی



راهبرد فولاد مبارکه، کاهش وابستگی به منابع و زیرساخت‌های بحرانی و افزایش توان تداوم تولید و خلق ارزش در شرایط عدم قطعیت است.

انرژی؛ از نهاده تولید تا عامل تعیین‌کننده بقا

انرژی در صنعت فولاد چهار پرسش راهبردی را هم‌زمان پاسخ می‌دهد:



تعریف پیشنهادی

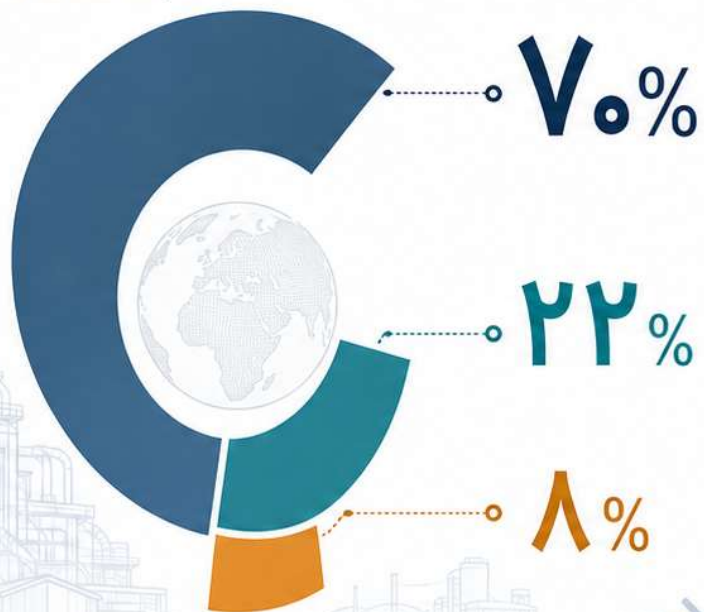
تاب‌آوری انرژی یعنی توان صنعت برای:



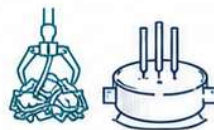
خودتأمینی یکی از ابزارهای تاب‌آوری است؛ اما تاب‌آوری مفهومی وسیع‌تر از مالکیت نیروگاه است.

انرژی؛ ساختار انرژی فولاد جهان هنوز به شدت فسیلی است

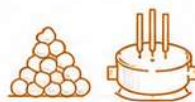
سهم مسیرهای تولید فولاد جهان



مسیر کوره بلند - کنورتور | BF-BOF



مسیر قراضه - کوره قوس الکتریکی



مسیر آهن اسفنجی - کوره قوس الکتریکی

واقعیت‌های مکمل

بیش از 70%

انرژی مصرفی صنعت فولاد همچنان از زغال سنگ متالورژیکی تأمین می‌شود.



8 تا 9%

سهم فولاد از انتشار جهانی



حدود 70%

کوره‌های بلند جهان در دهه آینده به سرمایه‌گذاری مجدد نیاز خواهند داشت.



جهان در آستانه یک **پنجره بزرگ جایگزینی دارایی** هاست؛ **تصمیم امروز** درباره انرژی، ساختار فناوری و رقابت‌پذیری فولاد را برای چند دهه قفل می‌کند.



افزایش هزینه، جهش تقاضا و تشدید ریسک توقف تولید

۱ شکاف هزینه و رقابت پذیری

بیش از
۸۵ یورو بر
مگاوات ساعت

۴۵ سطح تاریخی نزدیک به
یورو بر مگاوات ساعت

قیمت برق و گاز صنایع فولادی اروپا
حدود ۲ تا ۳ برابر برخی رقیب اصلی در
آمریکا، هند، چین و منطقه MENA است.

۲ جهش تقاضای برق

۲,۷۷۸ ← ۱,۴۱۷
تراوات ساعت

۲۰۲۳ ← ۲۰۵۰

تقاضای برق صنعت فولاد
در سناریوی گرین خنثی تقریباً
دو برابر خواهد شد.

۳ مقیاس گیری هیدروژن

۶ → ۴۶
میلیون تن

۲۰۲۳ → ۲۰۵۰

تقاضای هیدروژن
صنعت فولاد بیش از
هفت برابر می شود.

۴ پارادوکس توسعه DRI

رشد +۶۰
میلیون تن در سال
ظرفیت تا ۲۰۳۰

حدود ۲۵٪
افزایش مصرف گاز

گذار به DRI وابستگی انرژی
را حذف نمی کند؛ آن را از
زغال سنگ به گاز، برق و
هیدروژن منتقل می سازد.

۵ هزینه سنگین اختلال انرژی

یک ماه
توقف تولید
در واحد DRI
≈

افزایش ۳۰٪
قیمت گاز در یک سال

هزینه انرژی تامین نشده
می تواند به مراتب بیشتر از
افزایش قیمت انرژی باشد.

آینده صنعت فولاد به دسترسی همزمان به انرژی **کافی** | **رقابتی** | **پاک** | **قابل اتکا** وابسته است؛
گذار فناوری بدون طراحی تاب آوری انرژی، می تواند وابستگی ها و ریسک های جدیدی ایجاد کند.

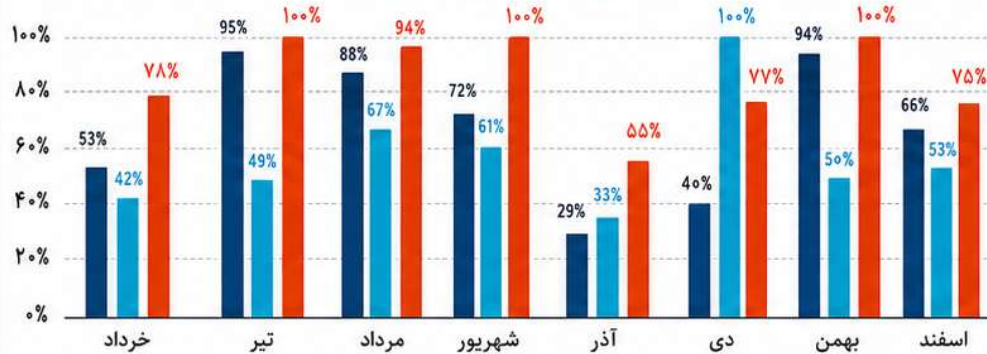


محدودیت همزمان برق و گاز؛ تهدید مستقیم پایداری تولید فولاد مبارکه

با گسترش محدودیت برق به ماه‌های سرد، امکان جایگزینی حامل انرژی و حفظ ظرفیت تولید به شدت کاهش یافته است.

حداکثر محدودیت برق

■ ۱۴۰۲ ■ ۱۴۰۳ ■ ۱۴۰۴



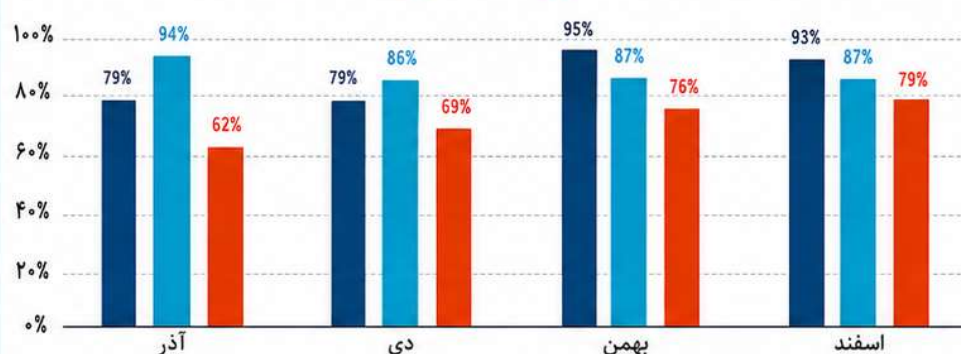
✓ تیر، شهریور و بهمن: محدودیت ۱۰۰%

✓ مرداد: محدودیت ۹۸%

✓ در ۸ ماه از ۸ ماه شدت محدودیت نسبت به ۱۴۰۳ افزایش یافته است.

حداکثر محدودیت گاز

■ ۱۴۰۲ ■ ۱۴۰۳ ■ ۱۴۰۴



✓ ۱۴۰۴: افزایش از ۶۲٪ در آذر به ۷۹٪ در اسفند

✓ طی ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۴، محدودیت گاز در مقطعی به ۹۵٪ رسیده است.



شوک دوگانه در چهار ماه سرد

آذر

گاز ۶۲٪
برق ۵۵٪

دی

گاز ۶۹٪
برق ۷۷٪

بهمن

گاز ۷۶٪
برق ۱۰۰٪

اسفند

گاز ۷۹٪
برق ۷۵٪



محدودیت برق

- حداکثر محدودیت در تیر، شهریور و بهمن به ۱۰۰٪ و در مرداد به ۹۸٪ رسید.
- تداوم محدودیت در تابستان و زمستان نشان می‌دهد ناترازی برق دیگر صرفاً فصلی نیست.



محدودیت گاز

- ۱۴۰۴: از ۶۲٪ در آذر به ۷۹٪ در اسفند افزایش یافت.
- همزمانی محدودیت گاز و برق، امکان جایگزینی حامل انرژی را به شدت کاهش می‌دهد.

منبع: داده‌های محدودیت شبکه برق و گاز شرکت فولاد مبارکه، سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۴.

هزینه ناترازی انرژی برای فولاد مبارکه

محدودیت‌های برق و گاز طی سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۴، بیش از ۱.۵۳ میلیارد دلار کاهش درآمد ایجاد کرده است.



۹۳٪
سهم آهن اسفنجی و تختال
از کل افت

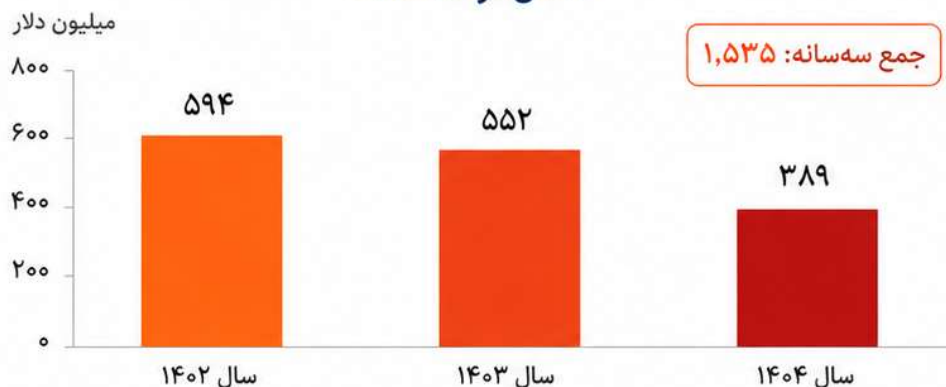


۷.۱۱ میلیون تن
مجموع افت تولید سه‌ساله

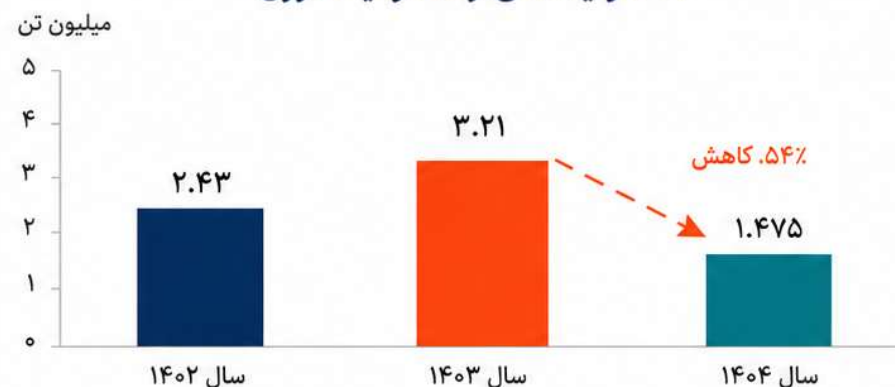


۱.۵۳۵ میلیارد دلار
مجموع کاهش درآمد سه‌ساله

کاهش درآمد سالانه



افت تولید ناشی از محدودیت انرژی



تمرکز افت تولید در دو حلقه کلیدی زنجیره



آهن اسفنجی و تختال | ۶.۵۹ میلیون تن

سایر محصولات | ۷٪

افت تولید در حلقه‌های بالادستی، توازن زنجیره و ظرفیت فولادسازی را هم‌زمان تحت فشار قرار داده است.

سه گانه غلبه بر چالش انرژی و افزایش تابآوری صنعت فولاد

گذار از مدیریت قطعی‌های مقطعی به نظامی پایدار، رقابتی و کم‌مصرف، مستلزم اقدام هم‌زمان در سه سطح بنگاه، سیاست‌گذاری و فناوری است.

۳ نوآوری فناورانه و کاهش شدت مصرف

- مدیریت هوشمند انرژی، پایش برخط، هوش مصنوعی و دوقلوی دیجیتال
- بازیافت حرارت و گازهای فرایندی؛ شارژ گرم و مستقیم؛ بهینه‌سازی کوره قوس
- خطوط منعطف، نگهداری پیش‌بینانه و هماهنگی برنامه تولید با وضعیت شبکه

کاهش مصرف و انعطاف عملیاتی

۲ تدوین سیاست صنعتی پشتیبان تولید

- قراردادهای بلندمدت برق و گاز؛ قطع‌پذیری همراه با جبران کاهش تولید
- بورس انرژی؛ مازاد واقعی، شفافیت قیمت و مقدار، معاملات مستقیم
- قیمت‌گذاری بر مبنای مزیت داخلی، کیفیت و قابلیت اطمینان عرضه
- حمایت هدفمند و زمان‌دار، مشروط به خودتامینی و کاهش شدت انرژی
- حمایت ویژه از صنایع آسیب‌دیده برای بازسازی و جبران خسارت

پیش‌بینی‌پذیری و رقابت‌پذیری

۱ توسعه و حمایت از خودتامینی انرژی

- سبد متنوع: تجدیدپذیر، حرارتی پربازده، ذخیره‌ساز و ریزشبکه صنعتی
- حق اتصال و انتقال، فروش مازاد واقعی و مصونیت انرژی خودتامین از محدودیت شبکه
- تسهیل مجوز، تأمین مالی، تضمین خرید و قراردادهای بلندمدت برق
- مشارکت در توسعه میادین گازی، افزایش تولید، ذخیره‌سازی و بازیافت گازهای مشعل

امنیت و تنوع عرضه

نظام انرژی پایدار | رقابتی | کم‌مصرف

تابآوری انرژی تنها با ساخت نیروگاه حاصل نمی‌شود؛ راه‌حل پایدار، یکپارچه سازی «خودتامینی متنوع» «سیاست صنعتی پیش‌بینی‌پذیر» و «فرایندهای تولید کم‌مصرف و انعطاف‌پذیر» است.

پیام کلیدی





مدیریت بحران و تداوم کسب و کار در دوران جنگ و بازسازی



Business Continuity Management Systems



مبتنی بر استاندارد بین‌المللی

ISO 22301

استاندارد مرجع جهانی برای طراحی، استقرار و ارزیابی نظام مدیریت تداوم کسب‌وکار

استقرار نظام مدیریت تداوم کسب‌وکار در فولاد مبارکه

حرکت از واکنش به بحران به آمادگی سازمان‌یافته



تاب‌آوری حاصل واکنش سریع به بحران نیست؛ نتیجه آمادگی، برنامه‌ریزی و تمرین مستمر پیش از وقوع بحران است.

سناریوی آمادگی سازمانی در برابر بحران ها

استقرار برنامه‌های تداوم کسب‌وکار در حوزه‌های حیاتی زنجیره ارزش

سناریوهای آمادگی
سنارمانی در برابر بحران‌ها



اختلال در تأمین انرژی
(برق، گاز و آب)



حملات سایبری و اختلال
در سامانه‌های اطلاعاتی



بحران‌های عملیاتی و
توقف خطوط تولید



اختلال در شبکه
حمل و نقل و لجستیک



شرایط اضطراری، حوادث و
بحران‌های امنیتی



شرایط جنگی و اختلالات
گسترده زیرساختی

1

آمادگی پیش از بحران

هدف: کاهش آسیب‌پذیری و افزایش آمادگی سازمان



- فرهنگ‌سازی و آگاهی
- مانور و تمرین
- کمک‌های اولیه و امداد
- آموزش‌های عمومی



شناسایی و ایمن‌سازی محیط کار

- شناسایی ریسک‌ها و برنامه‌های اضطراری
- مواد خطرناک و قابل اشتعال
- زیرساخت‌های انرژی
- ساختمان‌ها و تجهیزات



- تجهیزات امدادی
- تجهیزات ارتباطی
- تجهیزات اطفای حریق
- سامانه‌های هشدار



- ستاد بحران
- ارتباط داخلی
- اطلاع‌رسانی
- هماهنگی برون‌سازمانی



- آب و مواد غذایی
- دارو و ملزومات پزشکی
- سوخت و انرژی
- قطعات و تجهیزات ضروری

2

مدیریت و مقابله حین بحران

هدف: حفاظت از کارکنان و کنترل شرایط اضطراری



1 اعلام وضعیت اضطراری

- وضعیت زرد (هشدار)
- وضعیت قرمز (حمله یا تهدید جدی)
- وضعیت سفید (پایان تهدید)



2 واکنش سریع کارکنان

- حفظ آرامش
- توقف عملیات و ایمن‌سازی تجهیزات
- تخلیه اضطراری
- حرکت به نقاط امن



3 انتقال به نقاط امن و پناگاه‌ها

- منطقه پرخطر (Hot Zone)
- منطقه میانی (Warm Zone)
- منطقه امن (Cold Zone)
- نقاط تجمع ایمن



4 مدیریت مصدومان

- کنترل خونریزی
- CPR و تنفس مصنوعی
- انتقال به مراکز درمانی



5 ارتباطات امنیت و پشتیبانی

- اطلاع‌رسانی داخلی و بیرونی
- حراست و کنترل دسترسی
- آتش‌نشانی
- اورژانس و درمان
- پشتیبانی لجستیک

3

بازایی و بازگشت به تولید

هدف: بازگشت پایدار و سریع به مدار بهره‌برداری



1 ارزیابی اولیه خسارات

- انرژی و زیرساخت‌ها
- تجهیزات و تأسیسات
- سازه‌ها و ساختمان‌ها



2 ایمن‌سازی محیط

- تأمین برق و آب موقت
- پاکسازی و کنترل مخاطرات
- ایجاد مسیرهای اضطراری



3 مدیریت تداوم فعالیت

- اولویت‌بندی واحدها
- ظرفیت تولید اولیه
- حفظ زنجیره تأمین
- هماهنگی بین واحدها



4 بازسازی و تعمیرات

- بازسازی واحدها
- تأمین قطعات
- تعمیر و نوسازی تجهیزات
- بهبود و ارتقای زیرساخت‌ها



5 مدیریت سلامت و حمایت از کارکنان

- خدمات درمانی
- حمایت روانی
- حمایت سازمانی و معیشتی



6 بازگشت پایدار به تولید و ارزیابی

- بازگشت کامل تولید
- تحلیل درس‌آموخته‌ها
- به‌روزرسانی برنامه‌ها
- افزایش تاب‌آوری سازمان

نمونه سند یکی از طرح‌های عملیاتی
برای این سناریو



سند راهبردی بازایی و
تداوم کسب و کار گروه فولاد مبارکه
در دوره جنگ و پسا جنگ

معاونت استراتژی و توسعه فناوری
واحد استراتژی و تعالی سازمانی

نتایج مورد انتظار



حفظ جان کارکنان
و دارایی‌ها



حفظ تداوم فعالیت‌های
حیاتی



کاهش زمان
توقف تولید



بازگشت سریع‌تر به
مدار بهره‌برداری



در فولاد مبارکه، سناریوی شرایط جنگی صرفاً یک برنامه واکنش اضطراری نیست؛ بلکه چارچوب عملیاتی برای حفظ تولید، مدیریت بحران و بازگشت سریع به بهره‌برداری است.

طرح بازسازی و نوسازی فولاد مبارکه

نماد تاب‌آوری صنعتی و بازگشت سریع به تولید



راه‌اندازی فوری و بازگشت به تولید

- ایجاد جریان اولیه تولید و درآمد
- فعال‌سازی خطوط سالم با تمرکز بر فعالیت‌های بازرگانی
- تأمین برق و انرژی از منابع جایگزین
- بازگشت حداقلی تولید در کوتاه‌ترین زمان



مدیریت ایمنی‌سازی و تثبیت



- تثبیت شرایط و جلوگیری از تشدید بحران
- ایمن‌سازی تجهیزات و سازه‌های آسیب‌دیده
- کنترل شرایط بحرانی و پایش مستمر



بازسازی و نوسازی زیرساختی



- بازگشت به حداکثر سطح عملکرد قبلی در کمترین زمان
- تعمیر و احیای واحدهای آسیب‌دیده
- بازگشت به ظرفیت قبل از بحران
- اولویت‌بندی پروژه‌های کلیدی و گلوگاهی



نوسازی و ارتقای تاب‌آوری

- بازگشت قوی‌تر و رقابتی‌تر از قبل
- جایگزینی تجهیزات آسیب‌پذیر با نسل جدید
- ارتقای فناوری و بهره‌وری
- افزایش تاب‌آوری بلندمدت و کاهش ریسک تکرار

سند پشتیبان
طرح بازسازی و نوسازی فولاد مبارکه
نماد تاب‌آوری صنعتی و بازگشت سریع به تولید



بازسازی هدفمند، یکپارچه و مبتنی بر اولویت‌بندی، ضامن **تداوم تولید**، حفظ ارزش و تبدیل بحران به سکوی پرتاب برای **آینده‌ای پایدارتر**.

بازسازی بهتر از گذشته (Build Back Better)

رویکرد فولاد مبارکه در مدیریت بازسازی و تداوم کسب و کار



بازسازی فولاد مبارکه بر مبنای الگوی بین‌المللی (PDNA (Post-Disaster Needs Assessment) طراحی و اجرا شده است. این رویکرد، بازسازی را صرفاً جبران خسارت نمی‌داند؛ بلکه فرصتی برای افزایش تاب‌آوری، ارتقای فناوری و بهبود عملکرد سازمان است.



خسارات فیزیکی

- احیای تجهیزات، زیرساخت‌ها و واحدهای آسیب‌دیده
- بازگشت سریع ظرفیت‌های تولید

آثار اقتصادی و عملیاتی

- حفظ تداوم تولید
- مدیریت بازار و زنجیره تأمین
- کاهش آثار اقتصادی بحران

نیازهای بازسازی و توسعه

- توسعه برنامه‌های تداوم کسب و کار
- افزایش آمادگی سازمان در برابر بحران‌های آینده
- ارتقای قابلیت‌های مدیریتی و عملیاتی

نتایج مورد انتظار

- بازگشت سریع‌تر به تولید
- افزایش تاب‌آوری عملیاتی
- ارتقای فناوری و زیرساخت‌ها
- آمادگی بیشتر برای بحران‌های آینده



در الگوی PDNA، بازسازی پایان بحران نیست؛ بلکه فرصتی برای ساختن سازمانی قوی‌تر، هوشمندتر و تاب‌آورتر از گذشته است.

تاب آوری در فولاد مبارکه : از آسیب تا بازگشت به مدار تولید کوره ۸

نمونه‌هایی از بهبودهای انجام شده در فرآیند بازسازی

تصویر کوره
(تخریب شده)



تصویر کوره قوس
الکتریکی (شماره ۸)



۱ تغییر طرح اتاقک دود کوره‌ها



۲ پروژه سیستم غبارگیر سوم



۳ تغییر طرح ورود آهن اسفنجی به کوره



۴ اصلاح مسیر سیالات ناحیه فولادسازی



۵ ساماندهی تونل‌های برق فولادسازی



۶ به‌روزرسانی نقشه‌ها (As-built)



۷ ارتقای اتوماسیون احیا



۸ استفاده از روش‌های نوین تعمیراتی



از جبران خسارت تا ارتقای تاب آوری؛ رویکرد فولاد مبارکه در بازسازی.

راه اندازی کوره ۸

نماد تاب آوری صنعتی و بازگشت به تولید

راه اندازی کوره ۸ در ۴۵ روز با اعتماد به توان داخلی و تعهد و مسئولیت پذیری نسبت به آینده ایران



اعتماد به دانش و تخصص
مهندسان ایرانی



اتکا به توان داخلی
و بومی سازی



همدلی، هم افزایی
و مسئولیت پذیری جمعی



تصویر کوره (بازسازی شده)

تصویر کوره (تخریب شده)



با تکیه بر توان متخصصان داخلی و روحیه جهادی همکاران، کوره ۸ را راه اندازی کردیم؛ گامی مؤثر در راستای **خودکفایی صنعتی**،
تاب آوری سازمان و توسعه پایدار کشور.