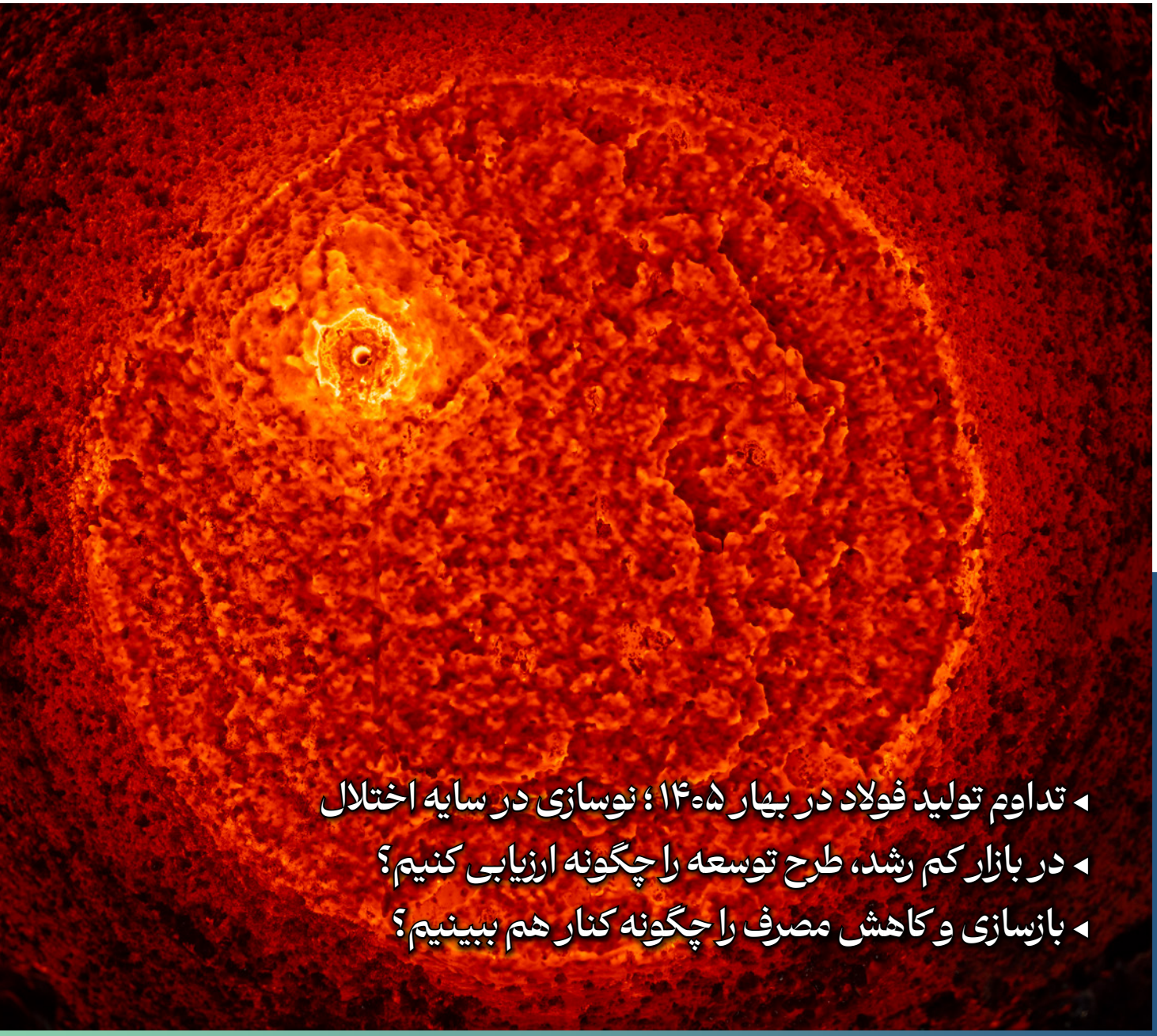
ISSN 3060-7493

گزیده جهان فولاد

ماهنامه تخصصی صنعت فولاد ◂ شماره هفتم ◂ فروردین - خرداد ۱۴۰۵ ◂ قیمت ۱,۴۵۰,۰۰۰ تومان

ما را در وب و شبکه های اجتماعی جستجو کنید: @steelworldreview



- تداوم تولید فولاد در بهار ۱۴۰۵؛ نوسازی در سایه اختلال
- در بازار کم رشد، طرح توسعه را چگونه ارزیابی کنیم؟
- بازسازی و کاهش مصرف را چگونه کنار هم ببینیم؟

در این شماره می خوانید:

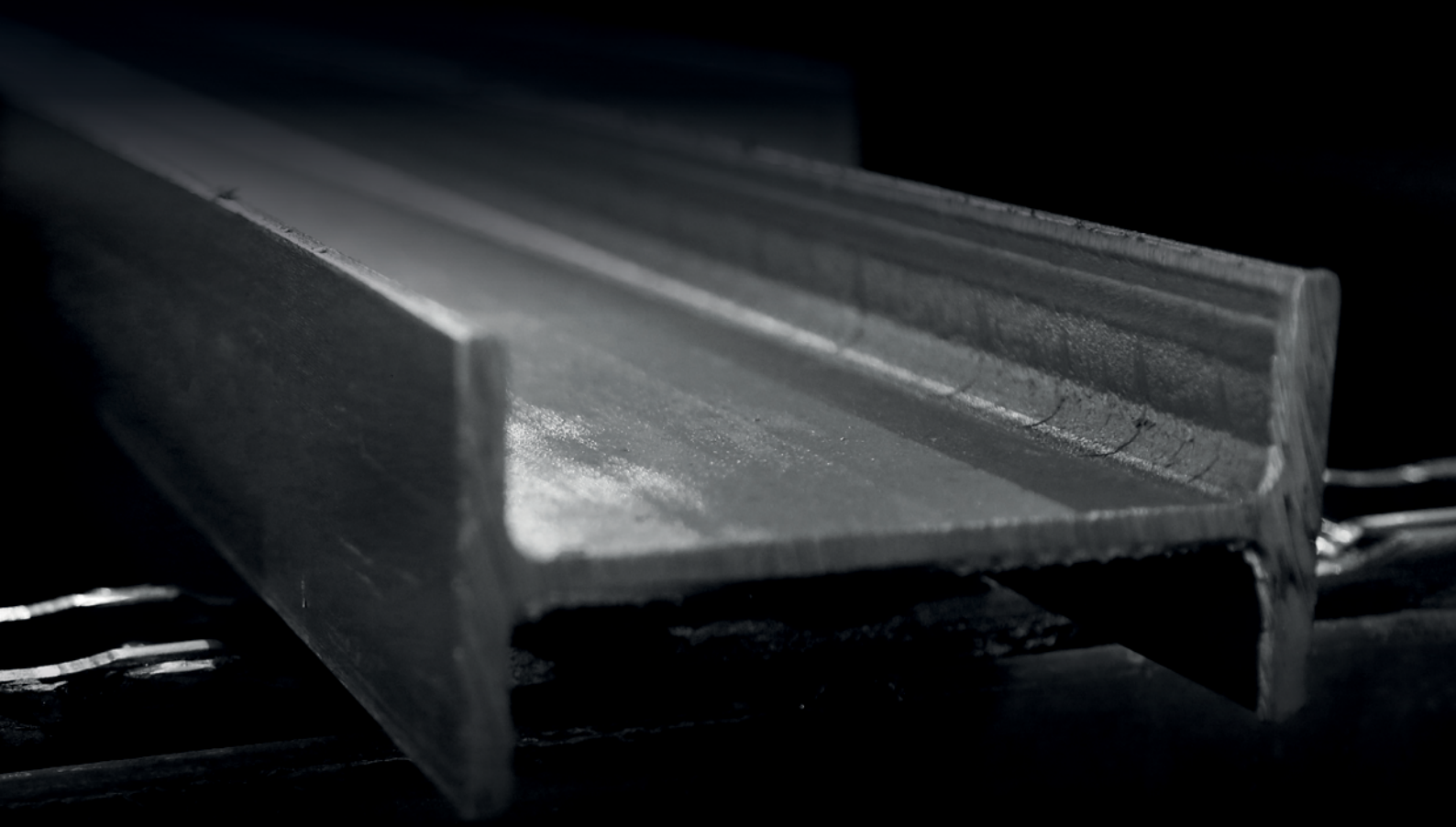
- سرمایه در گردش را در زنجیره فولاد چگونه مدیریت کنیم؟
- وقتی مسیر عوض می شود، کل سفارش را دوباره بررسی کنیم
- کنترل پاکیزگی فولاد بر پایه کاربرد نهایی
- پایش هوشمند فلزات در آب صنعتی فولادسازی

گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

جهان فولاد غرب
Jahan Foulad Gharb Co.

تولیدکننده تیرآهن IPN و IPE از سایز 10 تا 20

همگام با توسعه سبد محصولات، تولید تیرآهن H در سایزهای 10 و 20



دفتر مرکزی: تهران، پاسداران، نگارستان هفتم، شماره ۲۵
تلفکس: ۰۲۱ ۲۲۸۴۱۴۶۰

کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین
تلفن: ۶۰-۴۵۸۵۲۵۵۸ ۰۸۳ فکس: ۴۵۸۵۲۵۵۵ ۰۸۳

دفتر فروش: ۵۱-۴۵۸۵۲۵۴۸ ۰۸۳

www.jahanfoulad-co.com jahanfoulad jahanfouladgharb

گزیده جهان فولاد
ماهنامه تخصصی صنعت فولاد

سال سوم | شماره ۷ | فروردین- خرداد ۱۴۰۵

صاحب امتیاز و مدیر مسؤول
پیوند شفتی
ceo@steelworldreview.com

زیر نظر شورای سردبیری

ویراستار و دبیر گزارش‌های علمی
مجید شفتی

مدیر هنری و ناظر چاپ
مهدی کامکار

گروه گرافیک
عرفان پارسا

عکاس
عبدالله مرادی

مدیر بازاریابی
هستی ایوانی
marketing@steelworldreview.com
همراه: ۰۹۱۲۱۸۵۳۶۹۵

چاپ و صحافی
نقره آبی

وب سایت و شبکه‌های اجتماعی
دینا صحت قول نیکو، رسول محمدخانی

پست الکترونیک
info@steelworldreview.com

وب سایت
www.steelworldreview.com

تلگرام
steelworldreview

اینستاگرام
steel.world.review

لینکداین
steelworldreview

نشانی
تهران، پاسداران، گلستان پنجم (موسوی)، ساختمان ۲۰۹، طبقه ۹، واحد ۳۱
تلفن: ۲۲۷۷۹۳۴۰-۰۲۱

نشریه گزیده جهان فولاد، با رعایت «قانون تلفیقی حریم خصوصی»، محرمانه بودن داده‌های مورد استفاده برای اشتراک‌ها و برای اهداف معمول مطبوعات تخصصی و امکان اصلاح یا حذف آنها را تضمین می‌کند.
کلیه حقوق تکثیر و ترجمه مقالات منتشر شده محرمانه است. حتی تکثیر جزئی بدون مجوز ناشر ممنوع است. دست نوشته‌ها، نقاشی‌ها، عکس‌ها و سایر مطالبی که به تحریریه ارسال شده باشد، حتی اگر منتشر نشده باشند، مسترد نمی‌شوند. مدیریت هیچ مسئولیتی در قبال نظرات بیان شده توسط نویسندگان متون سرمقاله و تبلیغاتی ندارد.

فهرست

[سرمقاله] تداوم تولید فولاد در بهار ۱۴۰۵؛ نوسازی در سایه اختلال ۳

اخبار ۴

گزارش

- کوره بازگرمایش را با پنجره کیفیت تنظیم کنیم ۸
- در بازار کم رشد، طرح توسعه را چگونه ارزیابی کنیم؟ ۱۰
- سرمایه در گردش را در زنجیره فولاد چگونه مدیریت کنیم؟ ۱۲
- مدیریت عمر نسوز پاتیل با پایش موضعی سایش و تحلیل داده‌های عملیاتی ۱۴
- کنترل پاکیزگی فولاد بر پایه کاربرد نهایی ۱۶
- بازسازی را از شناسایی بخش‌های ضروری آغاز کنیم ۱۸
- قراضه ارزان، فولاد گران؟ ۲۰

[تحولات دیجیتال] اگر سامانه اصلی در دسترس نباشد، کارخانه چه می‌کند؟ ۲۲

[محیط زیست] بازسازی و کاهش مصرف را چگونه کنار هم ببینیم؟ ۲۴

[حمل و نقل] وقتی مسیر عوض می‌شود، کل سفارش را دوباره بررسی کنیم ۲۶

[منابع انسانی] بازگشت به کار با آموزش و تحویل مسئولیت کامل می‌شود ۲۸

[استارت‌آپ] Holland Senso r؛ پایش هوشمند فلزات در آب صنعتی فولادسازی ۳۰

فهرست آگهی‌ها

جهان فولاد غرب	۲ جلد
جهان صنعت کرمانشاه	۳ جلد
ذوب آهن بیستون	۴ جلد
سیما فولاد جهان	۲
یارا رسانه	۳۳





گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

سیما فولاد جهان
SIMA FOULAD JAHAN Co.

تولیدکننده انواع میلگرد

ظرفیت تولید سالانه ۲۰۰ هزار تن میلگرد A2 و A3

دفتر مرکزی: تهران، پاسداران، نگارستان هفتم، شماره ۲۵ تلفن: ۰۲۱-۲۲۸۴۱۴۶۰
کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین تلفکس: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۶۳
دفتر فروش: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۴۸-۵۱
www.sfjsteel.com simafouladjahan simafouladjahan

◄ مجید شفتی

تداوم تولید فولاد در بهار ۱۴۰۵؛ نوسازی در سایه اختلال

بهار ۱۴۰۵ برای صنعت فولاد ایران با پرسش‌هایی فوری همراه است: چگونه از آسیب و اختلال عبور کنیم، نیاز صنایع پایین‌دستی را پاسخ دهیم و توان تولید را حفظ کنیم؟ در این شرایط، بحث آینده فناوری از واقعیت امروز جدا نیست. هر تصمیم درباره نوسازی باید به ادامه کار کارخانه، کاهش آسیب‌پذیری و آمادگی بهتر برای اختلال کمک کند.

اطلاعیه فروردین فولاد مبارکه درباره حمله به تأسیسات، اهمیت زیرساخت‌های تولید را بار دیگر نشان داد. خبر اردیبهشت درباره برنامه تأمین ورق برای صنعت خودرو نیز وابستگی زنجیره‌های صنعتی را آشکار کرد. اختلال در یک کارخانه می‌تواند بر مشتریان و تأمین‌کنندگان آن اثر بگذارد و برنامه تولید صنایع پایین‌دستی را تغییر دهد. بنابراین تداوم تولید را باید در ارتباط با کل زنجیره بررسی کرد.

بازسازی تنها به معنای جایگزینی قطعه آسیب‌دیده نیست. کارخانه باید بداند کدام بخش‌ها برای ادامه فرایند ضروری‌اند، تعمیر یا تأمین آن‌ها چه مدت زمان می‌برد و چه اطلاعات و مهارت‌هایی برای بازگرداندن آن‌ها به مدار لازم است. بدون چنین تصویری، ممکن است منابع به بخشی اختصاص یابد که به‌دلیل آماده‌نبودن حلقه‌ای دیگر هنوز قابل استفاده نیست.

نقشه وابستگی‌های کارخانه می‌تواند به روشن‌شدن این تصویر کمک کند. این نقشه نشان می‌دهد هر واحد به برق، گاز، آب، قطعه یا مهارت خاصی وابسته است و اختلال در هر مورد چه اثری بر جریان تولید دارد. فهرست تجهیزات به‌تنهایی کافی نیست؛ ارتباط میان تجهیزات و فرایندها نیز باید مشخص باشد. این شناخت به مدیران کمک می‌کند گلوگاه‌های حساس را بشناسند و برای ادامه یا بازیابی تولید اولویت تعیین کنند.

فناوری دیجیتال زمانی مفید است که اطلاعات معتبر را در اختیار تصمیم‌گیران بگذارد. سوابق تجهیزات، نقشه‌های تأییدشده، وضعیت قطعات و تاریخچه تعمیرات باید هنگام اختلال نیز در دسترس باشد. سامانه‌ای که تنها در شرایط عادی قابل استفاده است، تمام نیاز کارخانه را پوشش نمی‌دهد. نسخه‌های به‌روز اطلاعات و روش جایگزین برای زمان از دسترس خارج‌شدن سامانه‌ها، بخشی از آمادگی عملیاتی است.

نگهداری پیشگیرانه باید بر ریسک هر تجهیز تکیه کند. احتمال خرابی، اثر آن بر ایمنی و کیفیت و زمان تأمین قطعه، در اولویت تعمیر نقش دارند. داده حسگرها می‌تواند تغییر رفتار دستگاه را نشان دهد، اما تفسیر آن باید با سابقه تعمیرات و تجربه متخصصان همراه باشد. تشخیص زودهنگام صدای غیرعادی یا لرزش تازه، در صورت ثبت و پیگیری، می‌تواند از توقف گسترده‌تر جلوگیری کند.

موجودی قطعات یدکی نیز باید برای هر قلم جداگانه تعیین شود. ذخیره بیش از نیاز، سرمایه را در انبار حبس می‌کند؛ اما کمبود قطعه‌ای گلوگاهی ممکن است کل خط را متوقف کند. قطعات ساخت داخل یا جایگزین نیز پیش از نصب به آزمون ابعادی و دوام نیاز دارند. همچنین منبع دوم تأمین تنها پس از ارزیابی فنی، جایگزینی مطمئن خواهد بود؛ زیرا تفاوت مواد ممکن است زمان ذوب، مصرف انرژی یا خواص محصول را تغییر دهد. گفت‌وگو با تأمین‌کنندگان درباره پیش‌بینی تقاضا، فرصت واکنش را بیشتر می‌کند.

مصرف ویژه انرژی و آب امکان مقایسه عملکرد را فراهم می‌کند، اما اعداد کل ممکن است صرفاً از افزایش یا کاهش تولید اثر گرفته باشند. در روزهای محدودیت، برنامه باید اولویت واحدها را مشخص کند و کاهش مصرف به افت ایمنی یا کیفیت نینجامد. فشار جبران تناژ نباید کنترل‌های ضروری را کنار بزند. پیش از افزایش بار تولید، ایمنی، کیفیت محصول و پایداری تجهیزات باید بررسی شود.

نیروی انسانی نیز بخشی از زیرساخت تولید است. تجربه اپراتورها و تعمیرکارانی که تغییر رفتار دستگاه را زود تشخیص می‌دهند، باید ثبت و میان شیفت‌ها منتقل شود. آموزش جانشین و مستندسازی تجربه، وابستگی دانش به افراد محدود را کاهش می‌دهد. سناریوهای اضطراری مانند قطع برق، بسته‌شدن مسیر حمل یا از دسترس خارج‌شدن سامانه اطلاعاتی نیز باید مسئولیت‌ها و روش ارتباط را روشن کنند. تمرین دوره‌ای این وضعیت‌ها، ابهام‌ها را پیش از بحران آشکار می‌کند.

بازار نیز منتظر رفع همه مشکلات تولیدکننده نمی‌ماند. چشم‌اندازهای بهار از رشد محدود تقاضا و ادامه فشار مازاد ظرفیت سخن می‌گویند. ازاین‌رو حفظ ارتباط با مشتری و ارائه اطلاعات روشن درباره امکان تحویل، بخشی از بازسازی است. هر اختلال واقعی نیز فرصتی برای بازبینی برنامه‌ها و سنجه‌ها فراهم می‌کند. این بازبینی به مدیران کمک می‌کند سرمایه‌گذاری بعدی را بر پایه شواهد اقتصادی و شناخت وابستگی‌های کارخانه اولویت‌بندی کنند.

پرونده این شماره، تداوم تولید را از زاویه تجهیزات، داده، نیروی انسانی و بازار بررسی می‌کند. هدف، وعده بازگشت فوری نیست؛ بلکه روشن‌کردن انتخاب‌هایی است که باید امروز سنجیده شوند. کارخانه‌ای برای آینده آماده‌تر خواهد بود که از اختلال، شناخت دقیق‌تری از نقاط آسیب‌پذیر خود به دست آورد و آن را در برنامه تعمیرات، تأمین قطعات، آموزش نیروی انسانی و سرمایه‌گذاری به کار بگیرد.

فولاد مبارکه از حمله به تأسیسات برق و فولادسازی خبر داد

مدیریت ارتباطات فولاد مبارکه از حمله به بخشی از تأسیسات برق و کارگاه ناحیه فولادسازی این مجتمع در عصر جمعه، هفتم فروردین، خبر داد. تیم‌های ایمنی، آتش‌نشانی و فنی در محل حاضر شدند و بررسی خسارت‌ها و ایمن‌سازی محیط را آغاز کردند. مسئولان اعلام کردند وضعیت تحت کنترل است.

بر اساس اطلاعات اولیه، در این حمله یک نفر از کارکنان جان باخت و دو نفر مجروح شدند؛ اما ساعاتی بعد شمار مجروحان ۱۶ نفر اعلام شد. از میان آنان، سه نفر برای ادامه درمان به بیمارستان انتقال یافتند. مصدومان نیز برای دریافت خدمات درمانی به مراکز مربوط مراجعه کردند.

ارزیابی‌های فنی نشان داد حمله به بخش‌هایی فراتر از تأسیسات برق و کارگاه فولادسازی آسیب زده است. نیروگاه سیکل ترکیبی ۹۱۴ مگاواتی شهید حاج احمد کاظمی، نیروگاه قدیمی ۲۵۰ مگاواتی فولاد مبارکه، تعدادی از مدول‌های احیای مستقیم و بخشی از کارگاه تولیدی ناحیه فولادسازی بخش‌های آسیب‌دیده بودند.

مسئولان گفتند بررسی ابعاد فنی و میزان خسارت ادامه دارد و جزئیات دقیق‌تر پس از تکمیل ارزیابی اعلام خواهد شد.

در شامگاه یازدهم فروردین نیز حمله دیگری به مجتمع گزارش شد و چند نقطه از مجموعه هدف قرار گرفت. ارزیابی اولیه از آسیب به واحدهای تولیدی حکایت داشت.



راه‌اندازی دستگاه پرس تمام مکانیزه قراضه در ذوب‌آهن بیستون

مجتمع ذوب‌آهن بیستون در استان کرمانشاه از راه‌اندازی دستگاه تمام‌مکانیزه فرآوری و پرس قراضه‌های فلزی خبر داد؛ تجهیزی صنعتی که با هدف بهبود کیفیت مواد اولیه و کاهش مصرف انرژی و آلایندگی به مدار تولید پیوسته است.

ویژگی اصلی دستگاه، استفاده از سامانه سرند و تفکیک هوشمند پیش از پرس‌کاری است. قراضه‌ها ابتدا غربال می‌شوند و فلزات آهنی برای ورود به دستگاه انتخاب می‌شوند. به این ترتیب، بخشی از ناخالصی‌های موجود در ضایعات جدا می‌شود؛ موادی که به گفته شرکت، در مرحله ذوب می‌توانند زمینه‌ساز انتشار گازهای آلاینده و ترکیبات زیان‌آور باشند.

مجتمع ذوب‌آهن بیستون اعلام کرده است که جداسازی ناخالصی‌ها، کیفیت مواد ورودی به کوره را بهبود می‌دهد و می‌تواند به افزایش راندمان تولید و کیفیت فولاد نهایی کمک کند.

این شرکت دستگاه را نیز نخستین نمونه از نوع خود در کشور معرفی کرده است؛ این ادعا از سوی خود مجتمع مطرح شده است.

دستگاه جدید به دو اینورتر ۵۵ کیلوواتی مجهز است. سامانه کنترل پیشرفته امکان می‌دهد هنگام نبود نیاز به پرس‌کاری، دستگاه در حالت آماده‌به‌کار قرار گیرد تا از مصرف بی‌مورد برق جلوگیری شود. کاهش هزینه انرژی و استهلاک پمپ‌ها، افزایش عمر تجهیزات و پایداری بیشتر فرایند تولید از دیگر نتایجی است که شرکت برای این فناوری برشمرده است.

ذوب‌آهن بیستون راه‌اندازی این واحد را بخشی از برنامه خود برای نوسازی تولید و حرکت به سوی صنعت فولاد پایدار دانسته است. به گفته شرکت، استفاده از پرس مکانیزه و تفکیک پیش از ذوب می‌تواند هم‌زمان به مدیریت مصرف انرژی، کاهش آلایندگی و بهبود مواد اولیه کمک کند.



وزارت صمت پایان محدودیت صادرات اسلب و ورق فولادی را اعلام کرد

وزارت صنعت، معدن و تجارت در نامه‌ای به دفتر مقررات صادرات و واردات، پایان محدودیت موقت صادرات اسلب و ورق فولادی را اعلام کرد. متن این نامه روز ۱۶ خرداد ۱۴۰۵ در رسانه تخصصی چیلان منتشر شد.

بر اساس نامه وزارتخانه، محدودیت صادرات این محصولات به‌صورت «هوشمند و مقطعی» و با هدف اولویت‌بخشی به تأمین نیاز بازار داخلی و حفاظت از منابع راهبردی در شرایط حساس اعمال شده بود.

در این مکاتبه تأکید شده است که با پایان بازه زمانی تعیین‌شده، ضرورتی برای ادامه محدودیت وجود ندارد و صادرات اقلام مورد اشاره بلامانع است.

پیش‌تر خبرگزاری رویترز گزارش داده بود که ایران صادرات اسلب و ورق فولادی را تا ۳۰ مه متوقف کرده است. این خبرگزاری به نقل از رسانه‌های ایران، آسیب‌دیدن بخشی از زیرساخت‌های فولادی و نگرانی درباره تأمین نیاز داخل را از زمینه‌های اعمال محدودیت معرفی کرده بود.

بازه زمانی محدودیت در ۹ خرداد، به پایان رسید و خبر رسمی رفع آن در ۱۶ خرداد، منتشر شد.

در متن منتشرشده از نامه وزارت صنعت، معدن و تجارت، آمار جدیدی از حجم صادرات، میزان موجودی اسلب و ورق یا تعداد محموله‌های ترخیص‌شده پس از پایان محدودیت ارائه نشده است.



انجمن فولاد از برنامه واردات هدفمند اسلب و ورق گرم خبر داد

به گزارش نشریه گزیده جهان فولاد، سیدرسول خلیفه‌سلطانی، دبیر انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، در نشست کمیسیون صنعت اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران که روز شنبه پنجم اردیبهشت ۱۴۰۵ برگزار شد، از برنامه‌ریزی وزارت صنعت، معدن و تجارت برای واردات هدفمند اسلب و ورق گرم فولادی خبر داد.

وی در این نشست اعلام کرد که وزارت صمت با همکاری انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران و شرکت فولاد مبارکه، برنامه واردات هوشمند و هدفمند این محصولات را در دستور کار فوری قرار داده است.

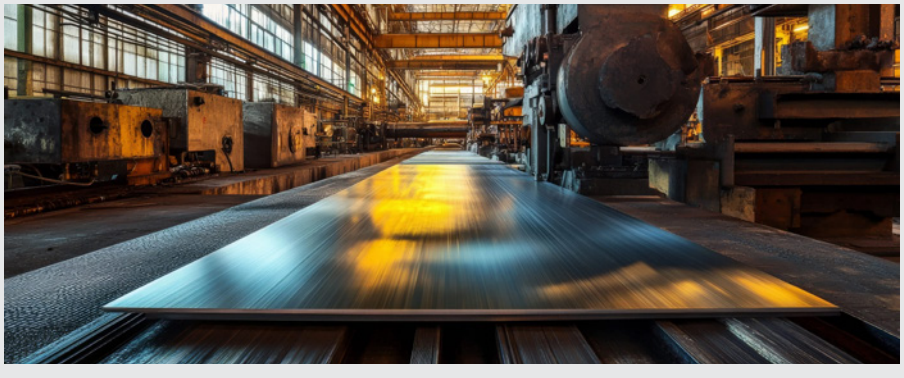
دبیر انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران همچنین از برنامه‌ریزی برای عرضه ورق گرم شرکت فولاد مبارکه در هفته برگزاری این نشست خبر داد و به اقدامات در دست انجام برای تأمین نیاز مصرف‌کنندگان این محصول اشاره کرد.

خلیفه‌سلطانی با اشاره به شرایط بازار ورق‌های فولادی، از صنایع پایین‌دستی مصرف‌کننده این محصولات خواست تقاضای مواد اولیه خود را برای دو ماه آینده مدیریت کنند.

وی اعلام کرد که برنامه واردات هدفمند اسلب و ورق گرم با هدف تأمین نیاز صنایع مصرف‌کننده و رفع التهاب بازار این محصولات دنبال می‌شود.

این موضوع در نشست کمیسیون صنعت اتاق بازرگانی تهران و در جریان بررسی مسائل مرتبط با تأمین مواد اولیه مورد نیاز صنایع پایین‌دستی مطرح شد.

بر اساس اظهارات دبیر انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، هماهنگی میان وزارت صمت، انجمن تولیدکنندگان فولاد و فولاد مبارکه برای پیگیری برنامه واردات و عرضه ورق گرم در دستور کار قرار گرفته است.



انجمن جهانی فولاد رشد ۰.۳ درصدی تقاضای فولاد در ۲۰۲۶ را پیش‌بینی کرد

انجمن جهانی فولاد در تازه‌ترین گزارش چشم‌انداز کوتاه‌مدت خود که ۱۴ آوریل ۲۰۲۶ منتشر شد، پیش‌بینی کرد تقاضای جهانی فولاد در سال ۲۰۲۶ با رشد ۰.۳ درصدی به حدود یک میلیارد و ۷۲۴ میلیون تن برسد.

بر اساس این گزارش، انتظار می‌رود تقاضای جهانی در سال ۲۰۲۷ با رشد ۲.۲ درصدی به حدود یک میلیارد و ۷۶۲ میلیون تن افزایش یابد.

انجمن جهانی فولاد در برآورد منطقه‌ای خود، کاهش ۱.۵ درصدی تقاضای فولاد چین در سال ۲۰۲۶ را پیش‌بینی کرده است. در مقابل، رشد تقاضای هند برای همین سال ۷.۴ درصد و برای سال ۲۰۲۷ حدود ۹.۲ درصد برآورد شده است.

همچنین تقاضای فولاد در اقتصادهای در حال توسعه به‌جز چین، در سال ۲۰۲۶ با رشد ۲.۵ درصدی پیش‌بینی شده است. گزارش، کاهش تقاضا در خاورمیانه را از عوامل مؤثر بر تعدیل این رشد معرفی می‌کند.

انجمن جهانی فولاد اعلام کرد داده‌های مورد استفاده در تدوین چشم‌انداز تا میانه مارس ۲۰۲۶ در دسترس بوده‌اند. فرض اصلی گزارش، پایان درگیری‌های خاورمیانه تا ماه ژوئن است. این نهاد هشدار داد طولانی‌شدن درگیری‌ها، به‌ویژه از مسیر تأثیر بر انرژی و اقتصادهای منطقه، می‌تواند به بازنگری کاهشی پیش‌بینی‌ها منجر شود.



هشدار OECD دربارهٔ افزایش مازاد ظرفیت فولاد جهان به ۷۴۵ میلیون تن

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) در گزارش چشم‌انداز فولاد ۲۰۲۶ هشدار داد که مازاد ظرفیت فولادسازی جهان ممکن است تا سال ۲۰۲۸ به ۷۴۵ میلیون تن برسد.

بر اساس گزارش منتشرشده در ۴ ژوئن ۲۰۲۶، برنامه‌های توسعه ظرفیت فولادسازی در جهان می‌توانند تا سال ۲۰۲۸ حداکثر ۱۳۸.۸ میلیون تن ظرفیت جدید به مجموعه ظرفیت موجود اضافه کنند. این رقم معادل افزایش ۵.۷ درصدی نسبت به سطح ظرفیت سال ۲۰۲۵ است.

OECD پیش‌بینی کرده است نرخ بهره‌برداری از ظرفیت فولادسازی جهان که در سال ۲۰۲۵ حدود ۷۶ درصد بود، تا سال ۲۰۲۸ به ۷۴ درصد یا کمتر کاهش یابد.

این سازمان همچنین رشد متوسط سالانه تقاضای جهانی فولاد تا سال ۲۰۳۰ را نزدیک به ۰.۹ درصد برآورد کرده است.

در بخش تجارت، گزارش به صادرات ۱۳۱ میلیون تنی فولاد چین در سال ۲۰۲۵ اشاره می‌کند. به گفته OECD، این میزان حدود ۱۴ درصد تولید فولاد خام چین بوده و نسبت به سال ۲۰۲۰ حدود ۱۵۳ درصد افزایش داشته است.

گزارش همچنین از برنامه افزایش حداکثر ۳۸.۶ میلیون تن ظرفیت فولادسازی چین و ۳۱.۸ میلیون تن ظرفیت هند تا سال ۲۰۲۸ خبر می‌دهد.

بر اساس اطلاعات OECD، در زمان تهیه گزارش ۴۲ کشور محدودیت‌هایی بر صادرات قراضه فولادی اعمال کرده بودند.

ارقام مربوط به ظرفیت جدید و مازاد ظرفیت در سال ۲۰۲۸، پیش‌بینی‌های این سازمان هستند.



کاهش ۱.۹ درصدی تولید جهانی فولاد خام در آوریل ۲۰۲۶

انجمن جهانی فولاد در گزارش ۲۲ مه ۲۰۲۶ اعلام کرد تولید فولاد خام ۶۹ کشور گزارش‌دهنده در آوریل به ۱۵۳.۴ میلیون تن رسید؛ رقمی که در مقایسه با آوریل ۲۰۲۵ کاهش ۱.۹ درصدی نشان می‌دهد.

بر اساس آمار این انجمن، منطقه آسیا و اقیانوسیه در آوریل ۱۱۴.۲ میلیون تن فولاد خام تولید کرد که نسبت به مدت مشابه سال قبل ۱.۳ درصد کاهش داشت. تولید اتحادیه اروپا نیز با افت ۱.۸ درصدی به ۱۱ میلیون تن رسید.

در مقابل، تولید فولاد خام آمریکای شمالی با رشد ۶.۹ درصدی به ۹.۴ میلیون تن و تولید آفریقا با افزایش ۱۱.۵ درصدی به ۲.۱ میلیون تن رسید.

تولید خاورمیانه در همین ماه ۳.۷ میلیون تن گزارش شد که نسبت به آوریل ۲۰۲۵ کاهش ۲۷.۶ درصدی داشت.

چین در آوریل ۸۳.۶ میلیون تن فولاد خام تولید کرد؛ ۲.۸ درصد کمتر از ماه مشابه سال قبل. تولید هند نیز با رشد ۳.۹ درصدی به ۱۳.۸ میلیون تن رسید.

طبق گزارش انجمن جهانی فولاد، تولید تجمعی ۶۹ کشور گزارش‌دهنده در چهار ماه نخست سال ۲۰۲۶ به ۶۱۳.۳ میلیون تن رسید که ۲ درصد کمتر از دوره مشابه سال قبل بود.

انجمن اعلام کرده است کشورهای حاضر در این گزارش در مجموع حدود ۹۸ درصد تولید فولاد خام جهان در سال ۲۰۲۵ را پوشش می‌دادند. برخی ارقام کشوری در جداول گزارش با عنوان برآورد منتشر شده‌اند.



اتحادیه اروپا مقررات جدید محدودسازی واردات فولاد را تصویب کرد

شورای اتحادیه اروپا روز ۸ ژوئن ۲۰۲۶ مقررات جدید حفاظت از بازار فولاد این اتحادیه در برابر مازاد ظرفیت جهانی را تصویب کرد. این تصمیم پس از توافق موقت پارلمان و شورا در ۱۳ آوریل و تصویب متن از سوی پارلمان اروپا در ۱۹ مه اتخاذ شد.

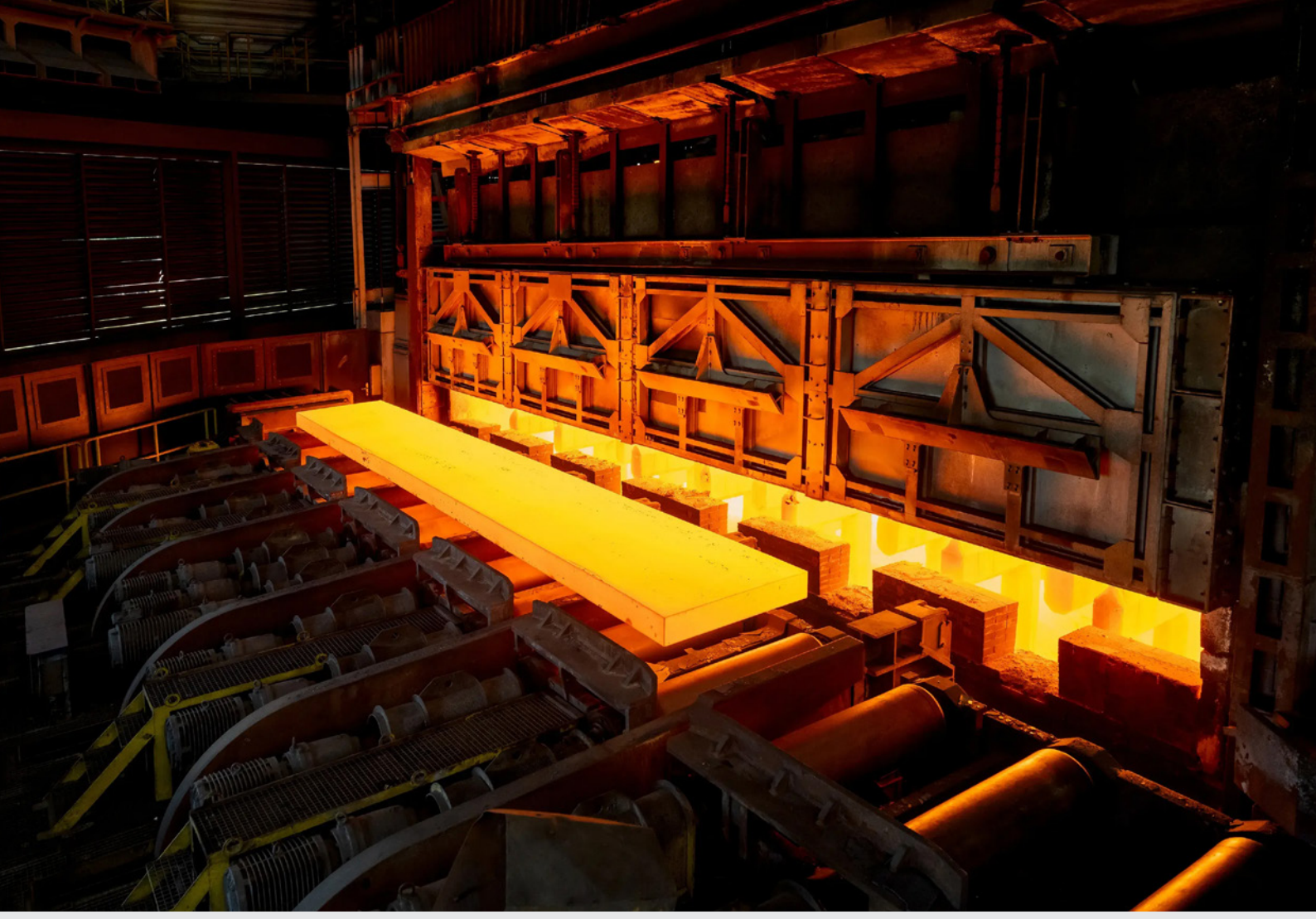
بر اساس مقررات جدید، سقف سالانه واردات فولاد بدون تعرفه به ۱۸.۳ میلیون تن محدود می‌شود؛ رقمی که حدود ۴۷ درصد کمتر از سهمیه مجاز سال ۲۰۲۴ است.

تعرفه واردات فولاد خارج از سهمیه نیز از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. اجرای مقررات جدید از اول ژوئیه ۲۰۲۶، پس از پایان اقدامات حفاظتی پیشین در ۳۰ ژوئن، برنامه‌ریزی شده است.

متن مصوب همچنین سازوکاری برای انتقال محدود بخشی از سهمیه استفاده‌نشده میان فصل‌ها در سال نخست اجرا در نظر گرفته است.

در این مقررات، کشور محل ذوب و ریخته‌گری فولاد به‌عنوان یکی از اطلاعات مربوط به منشأ محصول مطرح شده است. نهادهای اروپایی هدف از این الزام را بهبود رهگیری منشأ فولاد و مقابله با دورزدن مقررات تجاری اعلام کرده‌اند. طبق اطلاعیه نهادهای اروپایی، چارچوب جدید جایگزین تدابیر حفاظتی قبلی واردات فولاد می‌شود و بازبینی عملکرد آن پس از دو سال پیش‌بینی شده است.





کوره بازگرمایش را با پنجره کیفیت تنظیم کنیم

کوره بازگرمایش باید شمش را برای نورد به دمای مناسب برساند؛ اما «دمای خروج» به‌تنهایی کیفیت و هزینه عملیات را توضیح نمی‌دهد. دمای نامناسب، زمان ماند طولانی یا ناهماهنگی دمای سطح و مغز می‌تواند پوسته اکسیدی، عیب سطحی، افت بازده فلزی و نورد ناپایدار ایجاد کند.

از سوی دیگر، کاهش مصرف سوخت با پایین‌آوردن دما بدون درنظرگرفتن گرید و سرعت نورد ممکن است انتقال بار را مختل کند. بنابراین هدف برنامه‌ریزی کوره باید ایجاد پنجره‌ای باشد که کیفیت شمش، یکنواختی حرارتی و ظرفیت خط را هم‌زمان حفظ کند.

حرارت بیش از یک نقطه تنظیم است

دمای لازم به ترکیب شیمیایی، ابعاد شمش، وضعیت ورودی، برنامه تغییر مقطع و مشخصات محصول وابسته است. کوره معمولاً ناحیه‌های پیش‌گرم، گرم و همگن‌سازی دارد و هر ناحیه نقش متفاوتی در انتقال حرارت ایفا می‌کند. سنجش دمای سطح با پیرومتر نمی‌تواند به‌تنهایی دمای مغز را نشان دهد. اگر شمش سرد با سرعت زیاد وارد شود یا فاصله زمانی بارگیری و خروج تغییر کند، الگوی حرارتی به‌هم می‌خورد و حتی عدد خروجی یکسان می‌تواند نتیجه متفاوت بدهد.

گزارش فنی وزارت انرژی ایالات متحده درباره بازگرمایش بدون پوسته، تأکید می‌کند که پوسته هم ماده قابل فروش را از بین می‌برد و هم می‌تواند روی کیفیت فولاد اثر منفی بگذارد. این گزارش متعلق به برنامه فنی ایالات متحده و مربوط به فناوری‌های بررسی‌شده در زمان انتشار است؛ از آن نباید نرخ اتلاف مشخصی برای کارخانه ایرانی استخراج کرد. کاربرد آن برای مدیر ایرانی، تعریف مسئله است: کنترل اکسیداسیون باید در کنار دما، زمان ماند، اتمسفر و عملیات پوسته‌زدایی سنجیده شود.

از ثبت دما به تحلیل روند برسیم

برای هر کوره باید منحنی دمای هر ناحیه، دمای شمش در ورود و خروج، زمان ماند، سرعت حرکت، شماره ذوب، گرید، ابعاد و فاصله بین شمش‌ها ثبت شود. وضعیت مشعل‌ها، فشار کوره و نسبت هوا به سوخت نیز بر احتراق و یکنواختی حرارت اثر دارد. سنسورهای ثابت و ابزارهای اندازه‌گیری باید کالیبره شوند و زمان ثبتشان با سامانه تولید هماهنگ باشد. اگر داده سطحی از پیرومتر با دمای هدف یکی گرفته شود، تحلیل بر پایه فرض نادرست شکل می‌گیرد.

گزارش عیب باید به کوره و نوبت تولید متصل باشد. پوسته بیش از حد، ترک سطحی، لکه اکسیدی یا اختلاف دمای دو سر شمش تنها پس از تعیین محل و تکرارپذیری قابل تحلیل است. ثبت عکس و دسته‌بندی عیب به تیم کمک می‌کند تغییرات تنظیم را با پیامد محصول بسنجد. اگر تناژ پوسته با نمونه‌برداری یا روش وزن‌کشی محاسبه می‌شود، روش و خطای اندازه‌گیری باید مشخص باشد؛ نسبت به تولید ممکن است در اثر محصول و برنامه نورد تغییر کند.

آزمایش را با گرید و مقطع کنترل کنیم

یک نقطه تنظیم واحد برای همه گریدها و ابعاد منطقی نیست. به‌جای تغییر هم‌زمان چند پارامتر، آزمایش محدود برای یک خانواده محصول طراحی شود: مثلاً تغییر سرعت، دمای یک ناحیه یا نسبت هوا به سوخت، درحالی‌که سایر متغیرها در حد امکان ثابت‌اند. پیش از آزمون، معیارهای پذیرش ثبت شوند: دمای تحویل در محدوده مجاز، نبود افت کیفیت، کاهش پوسته یا سوخت به‌ازای تن، و حفظ سرعت و ظرفیت نورد. نتایج باید چند نوبت تولید را پوشش دهد تا تفاوت ناشی از یک ذوب یا اپراتور به‌عنوان روند معرفی نشود.

تغییر کیفیت مواد ورودی، دمای محیط، میزان پوسته‌زدایی، برنامه توقف و استارت یا ترکیب سفارش‌ها می‌تواند نتیجه را مخدوش کند. ثبت شرایط زمینه‌ای امکان تفکیک اثر واقعی تنظیم را می‌دهد. هر مقایسه قبل و بعد باید ترکیب محصول و روش اندازه‌گیری یکسان داشته باشد یا تفاوت‌ها را صریحاً تعدیل کند. گزارش موفقیت با یک عدد سوخت، بدون نشان‌دادن کیفیت و تناژ، تصویر ناقص می‌سازد.

کنترل اتمسفر و پوسته‌زدایی را کنار هم ببینیم

کاهش پوسته فقط موضوع یک نازل پوسته‌زدایی نیست. اتمسفر کوره، نشتی هوا، فشار، زمان ماند و دمای کاری بر اکسیداسیون اثر می‌گذارند. نگهداری مشعل‌ها و درها، آب‌بندی مناسب و یکنواختی توزیع شعله می‌تواند از نقاط داغ و احتراق نامتوازن جلوگیری کند. در عین حال، پوسته‌زدایی فشار بالا باید با نوع عیب و سطح مقطع هماهنگ باشد تا انرژی و آب مصرفی بدون بهبود سطح افزایش نیابد. ارزیابی تجهیز باید شامل وضعیت نازل، فشار واقعی و توزیع پوشش باشد، نه فقط مقدار نامی پمپ.

برخی راهکارهای کم‌مصرف مثل بازیابی گرمای دود، عایق‌کاری یا کنترل مشعل ممکن است زمان بازپرداخت جذابی داشته باشند، اما اجرای آنها می‌تواند پروفایل حرارتی را تغییر دهد. هر پروژه باید هم‌زمان روی معیارهای کیفیت، مصرف سوخت، تلفات و توقف تولید پایش شود. اگر سیستم کنترل تازه نصب شده، نقطه تنظیم قدیمی نباید بدون اعتبارسنجی کپی شود؛ الگوریتم باید با اندازه‌گیری محصول واقعی تنظیم شود.

از شاخص محلی به تصمیم کارخانه

گزارش هفتگی کوره باید شاخص‌ها را به‌صورت جداگانه نشان دهد: مصرف سوخت بر تن محصول، سهم پوسته از شمش ورودی، درصد عدم انطباق سطح، انحراف دمای خروج، توقف‌های مرتبط و سرعت واقعی نورد. این شاخص‌ها به هم وابسته‌اند و یک عدد ترکیبی می‌تواند منشأ تغییر را پنهان کند.

مالک هر داده باید مشخص باشد: کوره، نورد، آزمایشگاه، تعمیرات یا انرژی. جلسه مشترک زمانی مفید است که مسئله، تغییر آزمایشی و معیار بازگشت از تنظیم از پیش تعریف شده باشند.

مدیریت پنجره حرارتی فرایندی پیوسته است، نه پروژه‌ای که با یک بار نصب کنترلر پایان یابد. خط پایه قابل اعتماد، اندازه‌گیری هم‌زمان و آزمایش مرحله‌ای به کارخانه کمک می‌کند مصرف را کاهش دهد بدون آنکه عیب را به مرحله بعد منتقل کند. کیفیت شمش در خروج از کوره بخشی از هزینه واقعی انرژی است: سوخت کمتر اگر با افت سطح، پوسته بیشتر یا کاهش بازده همراه شود، صرفه‌جویی واقعی نیست.

از آنجا که دمای واقعی مغز شمش معمولاً به‌صورت مستقیم و پیوسته در دسترس نیست، مدل حرارتی باید با اندازه‌گیری‌های مرجع و آزمون‌های دوره‌ای بازاعتبارسنجی شود. مسئول کوره و کنترل کیفیت باید توافق کنند که در چه شرایطی مدل از محدوده اعتبار خارج می‌شود؛ برای مثال تغییر ضخامت، توقف طولانی یا دگرگونی عمده در برنامه گرید.



در بازار کم‌رشد، طرح توسعه را چگونه ارزیابی کنیم؟

امکان ساخت ظرفیت تازه با امکان فروش محصول آن یکسان نیست. پروژه توسعه معمولاً با ظرفیت سالانه معرفی می‌شود. اما برای تصمیم اقتصادی، باید پرسید چه مقدار از این ظرفیت، با چه محصولی و برای کدام بازار قابل استفاده خواهد بود. گزارش‌های بهار درباره رشد محدود تقاضا و مازاد ظرفیت، این پرسش را جدی‌تر می‌کنند.

بازار را در سطح محصول ببینیم

رشد تقاضای کل جهان، وضعیت همه گریدها و مقصدها را توضیح نمی‌دهد. طرح باید مشتری و نیاز فنی قابل دسترس را بشناسد. عنوان کلی «بازار صادرات» برای برآورد فروش کافی نیست؛ شرایط ورود، حمل و رقابت نیز اهمیت دارد.

بهتر است برنامه فروش در چند وضعیت بررسی شود. اگر رشد تقاضا کمتر شد یا ورود به یک مقصد دشوارتر شد، پروژه چه انعطافی دارد؟ پاسخ به این پرسش، محل تصمیم را روشن می‌کند و وابستگی به یک فرض را نشان می‌دهد.

زیرساخت را هم‌زمان ببینیم

تجهیز اصلی بدون خوراک، انرژی و خدمات لازم به ظرفیت اقتصادی تبدیل نمی‌شود. وضعیت هر نیاز باید جدا مشخص باشد: تأمین قطعی شده، در حال مذاکره است یا به طرح دیگری وابسته است. جمع‌کردن همه آنها زیر عنوان «زیرساخت پیش‌بینی شده»، ریسک را پنهان می‌کند.زمان رسیدن هر بخش نیز باید با برنامه راه‌اندازی هماهنگ باشد. اگر یکی عقب می‌ماند، باید اثر آن بر هزینه و درآمد مورد انتظار بررسی شود.

هزینه تداوم کار را فراموش نکنیم

تأمین قطعات، مهارت کارکنان و نگهداری سامانه‌ها، بخشی از عمر طرح هستند. مقایسه گزینه‌ها فقط با قیمت خرید، می‌تواند هزینه‌های بعدی را کم‌اهمیت نشان دهد. قابلیت پشتیبانی و امکان تغییر نیز باید سنجیده شوند.

گزارش OECD هشدار می‌دهد که توسعه ظرفیت در بازار ضعیف می‌تواند فشار رقابتی را بیشتر کند. نتیجه برای هر پروژه یکسان نیست، اما ضرورت بررسی دقیق‌تر روشن است.

تصمیم توسعه زمانی قابل توضیح است که ظرفیت، محصول، مشتری و زیرساخت در یک برنامه قرار گیرند. عدد بزرگ‌تر، به‌تنهایی مزیت نمی‌سازد؛ استفاده اقتصادی و پایدار از آن است که به صنعت قدرت می‌دهد.

از ظرفیت اسمی تا محصول قابل فروش فاصله را اندازه بگیریم

برای ارزیابی طرح، ظرفیت اسمی فقط یک نقطه شروع است. برنامه باید نرخ راه‌اندازی، تعمیرات، دسترسی به خوراک و محدودیت‌های کیفیت را نشان دهد. چه مقدار محصول در سال نخست قابل تولید است و چه زمانی خط می‌تواند به شرایط پایدار نزدیک شود؟ اگر پاسخ تنها به ظرفیت طراحی متکی باشد، برآورد درآمد احتمالاً آماده بهره‌برداری را زودتر از واقع نشان می‌دهد.

ترکیب محصول نیز اهمیت دارد. یک خط ممکن است از نظر تن ظرفیت مناسبی داشته باشد، اما برای تولید گریدهای مورد تقاضای مشتری به تکمیل تجهیزات، مواد یا کنترل کیفیت نیاز پیدا کند. قیمت فروش محصول هدف را نمی‌توان به کل ظرفیت تعمیم داد. سهم محصول قابل‌فروش باید از برنامه تولید و الزامات استاندارد استخراج شود.

سناریو را به متغیرهای قابل سنجش وصل کنیم

سناریوی پایه، خوش‌بینانه و فشار باید فرض‌های خود را آشکار کنند: قیمت مواد، انرژی، نرخ بهره‌برداری، هزینه حمل، تأخیر پروژه و رشد بازار. برای هر متغیر، محدوده‌ای معقول و منبع داده ثبت شود. یک عدد نهایی بدون حساسیت‌سنجی، نشان نمی‌دهد کدام فرض بیشترین اثر را بر بازده طرح دارد.

آزمون فشار می‌پرسد اگر چند عامل هم‌زمان نامطلوب شوند، پروژه چه گزینه‌ای دارد. می‌توان سرمایه‌گذاری را مرحله‌بندی کرد، ظرفیت نهایی را به تقاضای قابل اثبات گره زد یا ترکیب محصول را در محدوده مجاز تغییر داد. امکان‌پذیری این پاسخ‌ها باید پیش از تصویب بررسی شود؛ عبارت «قابل انعطاف» به‌تنهایی قابلیت فنی یا قراردادی ایجاد نمی‌کند.

تأمین زیرساخت را با مدرک بسنجیم

برنامه انرژی، آب، حمل و مواد اولیه باید وضعیت هر اتصال و تعهد را مشخص کند. نامه تفاهم، قرارداد تأمین، مجوز تخصیص و اتصال عملیاتی درجات متفاوتی از اطمینان‌اند. در مدل مالی، هزینه و زمان هرکدام جدا وارد شود. اگر پروژه به زیرساختی بیرون از کنترل سرمایه‌گذار وابسته است، این وابستگی در ریسک زمان‌بندی و جریان نقدی دیده شود. تجربه راه‌اندازی نیز نشان می‌دهد آماده‌سازی نیروی انسانی، قطعات یدکی و سامانه‌های پشتیبان بخشی از سرمایه لازم است. کاهش بودجه این بخش‌ها می‌تواند ظاهراً هزینه اولیه را پایین بیاورد اما هزینه توقف و کیفیت را در سال‌های بعد بالا ببرد. برای مقایسه فناوری‌ها، هزینه کل عمر مفید و توان تعمیر محلی را کنار قیمت خرید قرار دهیم.

دروازه تصمیم و معیار توقف

پروژه می‌تواند از چند دروازه عبور کند: نیاز بازار، مجوز، تأمین مالی، قرارداد زیرساخت، ساخت، آزمون و تولید پایدار. در هر مرحله، سند لازم و اختیار تصمیم‌گیری باید معلوم باشد. اگر شرط کلیدی برآورده نشد، توقف یا بازطراحی باید گزینه‌ای واقعی باشد، نه تصمیمی که به دلیل هزینه‌های انجام‌شده از پیش کنار گذاشته شود.

پس از تصویب، داشبورد پروژه باید پیشرفت واقعی را از ظرفیت برنامه‌ریزی‌شده جدا نشان دهد. گزارش ماهانه می‌تواند انحراف هزینه، زمان، کیفیت و آماده‌بودن زیرساخت را ثبت کند. چنین روشی تضمین نمی‌کند بازار همیشه مساعد بماند؛ اما اجازه می‌دهد فرض‌های قدیمی بی‌صدا به واقعیت قطعی تبدیل نشوند و تصمیم‌گیران هنگام تغییر شرایط، مسیر را بازبینی کنند.

پیش از ارائه نتیجه به هیئت تصمیم‌گیر، مدل مالی را با واحدهای همسان مرور کنیم. تن محصول قابل‌فروش را با ظرفیت خام، ارزش امروز پول را با جریان اسمی آینده، و هزینه احداث را با هزینه بهره‌برداری در یک ستون مخلوط نکنیم. مفروضات نرخ ارز، تورم و مالیات نیز باید مشخص باشند. بازبینی مستقل محاسبه به‌ویژه زمانی مفید است که فروش، مهندسی و مالی از مفروضات جداگانه استفاده کرده باشند. گزارش نهایی باید بگوید کدام داده با قرارداد پشتیبانی می‌شود و کدام تخمین مدیریتی است. این شفافیت، اختلاف نظر را حذف نمی‌کند، اما اجازه می‌دهد تصمیم بر پایه فرض‌های مشترک گرفته شود.

در صورت تغییر بنیادی در بازار یا تأمین انرژی، بازنگری مفروضات باید بخشی از حاکمیت پروژه باشد. گزارش‌دهی منظم اجازه می‌دهد اختیار اصلاح پیش از تبدیل ریسک به زیان فعال شود.



سرمایه در گردش را در زنجیره فولاد چگونه مدیریت کنیم؟

رشد ظرفیت یا فروش بالا، به‌تنهایی نقدینگی در دسترس کارخانه را تضمین نمی‌کند.

در صنعت فولاد، فاصله میان خرید مواد اولیه، تولید، تحویل و دریافت وجه می‌تواند طولانی باشد. بنگاه ممکن است سفارش و ظرفیت تولید داشته باشد، اما برای پرداخت انرژی، حمل و مواد به نقدینگی کافی دسترسی نداشته باشد. از سوی دیگر، کاهش موجودی برای آزادسازی پول نیز اگر به توقف تولید یا تأخیر در تحویل منجر شود، هزینه‌ای بیشتر از صرفه‌جویی اولیه ایجاد می‌کند. مسئله مدیریت سرمایه در گردش، انتخاب میان «ذخیره زیاد» و «ذخیره کم» نیست؛ شناخت زمان، ریسک و ارزش هر جریان است.

تقاضای جهانی به‌تنهایی پاسخ این مسئله را نمی‌دهد. OECD در گزارش ۲۰۲۶ پیش‌بینی کرد ظرفیت مازاد فولاد تا ۲۰۲۸ به ۷۴۵ میلیون تن برسد، در حالی که رشد تقاضا تا ۲۰۳۰ نزدیک ۰٫۹ درصد در سال خواهد بود. این چشم‌انداز درباره کل صنعت است و وضعیت مالی یک شرکت را پیش‌بینی نمی‌کند، اما نشان می‌دهد افزایش تولید لزوماً به فروش سریع‌تر یا دریافت زودتر وجه نمی‌انجامد.

چرخه نقد را مرحله به مرحله ترسیم کنیم

برای هر گروه محصول، زمان ماند موجودی مواد، نیمه‌ساخته و محصول نهایی باید جدا محاسبه شود. سپس زمان تحویل، تأیید کیفیت، صدور صورت‌حساب و وصول وجه به خط زمانی افزوده شود. این نقشه، نقاطی را آشکار می‌کند که پول در آنها بی‌حرکت می‌ماند: خرید زودهنگام، تأخیر در اسناد، اختلاف کیفیت یا مذاکره طولانی بر سر صورت‌حساب.

میانگین کل شرکت ممکن است مسئله یک مشتری یا محصول خاص

را پنهان کند. سفارش‌های کوچک و پرتکرار، قرارداد بزرگ پروژه‌ای، فروش صادراتی و فروش داخلی می‌توانند شرایط پرداخت و ریسک متفاوت داشته باشند. بنابراین چرخه نقد را در سطح مشتری، گرید یا مسیر فروش مرور کنیم، اما از ساختن شاخص‌های پیچیده‌ای که هیچ‌کس برای اصلاحشان مسئول نیست، بپرهیزیم.

ذخیره را بر اساس پیامد کمبود تعیین کنیم

همه مواد و قطعات را نمی‌توان با یک قاعده موجودی مدیریت کرد. اگر جایگزین محلی سریع در دسترس باشد، ذخیره بالا ممکن است سرمایه را بی‌دلیل محبوس کند. اگر تحویل قطعه خاص زمان‌بر است و نبود آن خط را متوقف می‌کند، ذخیره حداقلی می‌تواند ریسک تولید را بالا ببرد. معیار تصمیم باید احتمال تأخیر، زمان تأمین، امکان جایگزینی و پیامد کمبود باشد، نه فقط قیمت خرید یا طبقه‌بندی حسابداری.

برای مواد اولیه، نوسان قیمت و کیفیت نیز اهمیت دارد. خرید یک محموله بزرگ ممکن است قیمت واحد را کاهش دهد، ولی هزینه تأمین مالی، انبارش و افت کیفیت احتمالی باید در محاسبه لحاظ شود. قرارداد تحویل مرحله‌ای یا توافق بر دامنه مشخصات می‌تواند بخشی از این ریسک را مدیریت کند؛ البته تنها اگر فروشنده و خریدار بر روش نمونه‌گیری و پذیرش توافق کرده باشند.

برنامه تولید و فروش را به هم وصل کنیم

پیش‌بینی فروش، تعهد قطعی نیست. برنامه تولید باید سناریوی پایه را از سفارش امضاشده، پیش‌بینی احتمالی و ظرفیت در دسترس جدا کند. اگر محصولی برای مشتری خاص تولید می‌شود، احتمال تغییر مشخصات یا زمان دریافت را نیز در برنامه مالی دید. تولید برای انبار، در شرایط تقاضای نامطمئن، باید آستانه تصمیم و حد توقف روشن داشته باشد.

جلسه هفتگی میان فروش، برنامه‌ریزی، تولید و مالی می‌تواند سفارش‌های پرریسک، موجودی راکد و اختلاف‌های وصول را به تصمیم مشخص تبدیل کند. هر مورد باید مالک و موعد پیگیری داشته باشد. هدف جلسه، انتقال فهرست‌های طولانی نیست؛ باید معلوم شود چه سفارش یا خریدی به اقدام فوری نیاز دارد.

شرایط پرداخت را هزینه‌دار ببینیم

مهلت پرداخت بخشی از قیمت واقعی معامله است. تخفیفی که در برابر وصول زودتر داده می‌شود باید با هزینه تأمین مالی و احتمال دیرکرد مقایسه شود. برای خریدار نیز خرید اعتباری طولانی می‌تواند ارزشمند باشد، اما اگر اعتبار فروشنده را تضعیف کند، رابطه تأمین را ناپایدار می‌سازد. توافق روشن درباره اسناد تحویل، مهلت اعتراض و مسئولیت هزینه‌های حمل، احتمال اختلاف در زمان وصول را کاهش می‌دهد.

واحد فروش نباید وعده‌ای بدهد که واحد مالی از پیامد آن خبر ندارد. پیش از پذیرش سفارش پرحجم، اعتبارسنجی، نیاز نقدی مواد، برنامه تولید و شروط پرداخت باید در یک ارزیابی مشترک دیده شوند. سقف اعتبار مشتری نیز باید متناسب با سابقه و تمرکز فروش تعیین شود؛ وابستگی زیاد به یک خریدار می‌تواند ریسک وصول را متمرکز کند.

نقدینگی را در چند سناریو بیازماییم

برنامه نقد باید تأخیر در وصول، تغییر نرخ ارز، افزایش هزینه حمل یا اختلال تأمین را جداگانه و به‌صورت ترکیبی بررسی کند. برای هر سناریو باید معلوم باشد چه اقدامی انجام می‌شود: مذاکره بر سر پیش‌پرداخت، کاهش خرید غیرضروری، اولویت‌بندی سفارش‌ها یا فعال‌کردن منبع جایگزین. سناریو زمانی مفید است که اختیار، زمان تصمیم و مسئول آن از پیش روشن باشد.

داشبورد مدیریتی می‌تواند موجودی روزانه، مطالبات سررسیدگذشته، سفارش‌های بدون صورت‌حساب، پیش‌پرداخت‌ها و اعتبار استفاده‌شده را کنار هم نشان دهد. داده‌ها باید از یک تعریف مشترک پیروی کنند؛ اختلاف واحد فروش و مالی درباره تاریخ تحویل یا وصول، تصمیم را به تأخیر می‌اندازد. یک شاخص ساده و منظم بهتر از سامانه‌ای پرجزئیات است که داده آن به‌روز نمی‌شود.

مدیریت سرمایه در گردش، جایگزین توسعه بازار یا تأمین مالی نیست. این کار کمک می‌کند منابع محدود در نقطه‌ای که بیشترین اثر بر تولید و تحویل دارد مصرف شوند. کارخانه‌ای که چرخه نقد را می‌شناسد، می‌تواند درباره موجودی، شروط فروش و برنامه تولید با شواهد تصمیم بگیرد؛ در نتیجه، رشد فروش کمتر به بهای افزایش پنهان ریسک مالی تمام می‌شود.

بازبینی ماهانه باید فرض‌های چرخه نقد را با تجربه واقعی مقایسه کند. اگر دریافت وجه طولانی‌تر شد یا موجودی از برنامه فاصله گرفت، دلیل را به تغییر بازار، فرایند داخلی یا خطای داده نسبت دهیم. این تفکیک از سرزنش یک واحد جلوگیری می‌کند و به اصلاحی مشخص می‌رسد. شاخص‌ها باید در کنار محدودیت‌های عملیاتی خوانده شوند؛ کاهش موجودی که تحویل مشتری را مختل کند، بهبود واقعی نیست.



مدیریت عمر نسوز پاتیل با پایش موضعی سایش و تحلیل داده‌های عملیاتی

پاتیل فولادسازی ظرف حمل نیست؛ بخشی از فرایند متالورژی ثانویه و مرز ایمنی میان فولاد مذاب و محیط کار است. تصمیم تعویض آستر اگر فقط با تعداد ذوب‌ها یا تجربه شیفت گرفته شود، ممکن است زودتر از نیاز هزینه ایجاد کند یا دیرتر از حد ایمن انجام شود. راه بهتر آن است که عمر نسوز را به الگوی سایش، شرایط فرایند، کیفیت فولاد و ریسک شکست پیوند بزنیم. این رویکرد هم امکان برنامه‌ریزی تعمیر را افزایش می‌دهد و هم از تبدیل خرابی پاتیل به توقف اضطراری جلوگیری می‌کند.

پاتیل در همه نقاط یکسان فرسوده نمی‌شود

آستر پاتیل در تماس با فولاد و سرباره، نوسان دما، تنش‌های مکانیکی و واکنش‌های شیمیایی قرار دارد. دیواره خط سرباره، خط فلز، ناحیه ضربه، کف، محل خروج و نقاط اتصال ممکن است با نرخ‌های متفاوت فرسوده شوند. ترکیب سرباره، زمان ماند مذاب، دمای تخلیه، تعداد عملیات پالایش و شرایط پیش‌گرم نیز بر سایش اثر می‌گذارند. بنابراین عدد میانگین ضخامت آستر می‌تواند نقطه‌ای را که زودتر از بقیه به حد خطرناک می‌رسد پنهان کند.

گزارش فنی Nippon Steel درباره آستر پاتیل، نمونه‌هایی از تحلیل سازوکار آسیب و اصلاح مواد و روش تعمیر را ارائه می‌کند و بر نقش پیشگیری از نشت فولاد مذاب در ایمنی تأکید دارد. این تجربه را نباید نسخه آماده برای هر کارخانه دانست؛ ترکیب نسوز، طراحی پاتیل، گرید فولاد و شیوه کار تفاوت دارند. ارزش گزارش در نشان‌دادن روش فکر است: ابتدا محل و علت آسیب را مشخص کنید، سپس طراحی یا عملیات را اصلاح کنید و اثر را در کمپین بعدی بسنجید.

از تعداد ذوب به سابقه واقعی برسیم

تعداد ذوب شاخص مفیدی است، اما به‌تنهایی وضعیت آستر را نشان نمی‌دهد. دو پاتیل با تعداد ذوب برابر ممکن است به‌دلیل تفاوت زمان ماند، سرباره، دما یا بارهای متالورژیکی وضعیت متفاوتی داشته باشند. برای هر پاتیل باید شناسه یکتا و پرونده چرخه عمر ایجاد شود: تاریخ نصب، نوع و بچ نسوز، طرح لایه‌بندی، منحنی خشک‌کردن و پیش‌گرم، تعداد ذوب، گریدها، دمای ورود و خروج، زمان ماند، تعمیرهای گرم و سرد، نتایج بازرسی و علت پایان کمپین.

پایش ضخامت با اسکن لیزری یا روش‌های دیگر، در صورت دسترسی و تأیید صلاحیت، نقشه مکانی سایش را می‌سازد. اندازه‌گیری‌ها باید در نقاط ثابت و با فاصله زمانی مشخص انجام شوند تا روند از نویز ابزار جدا شود. عکس‌های با مقیاس، ثبت ابعاد و کدگذاری نواحی آسیب‌دیده، مکمل داده دستگاه‌اند. اگر اندازه‌گیری مستقیم ممکن نیست، بازرسی چشمی ساختاریافته باید معیارهای درجه‌بندی مشترک داشته باشد و محدودیت دقت آن ثبت شود.

علت خرابی را از پیامد جدا کنیم

وقتی آستر در نقطه‌ای نازک شده، علت ممکن است ترکیب سرباره یا شوک حرارتی باشد؛ اما ترک و پوسته‌ریزی می‌تواند از خشک‌کردن، تعمیر نامناسب، ضربه شارژ یا چرخه سرد و گرم ناشی شود. ثبت صرفِ «پاتیل از سرویس خارج شد» یادگیری ایجاد نمی‌کند. کمیته فنی باید علت مستقیم، عامل زمینه‌ای و عامل تشدیدکننده را جدا کند. بازرسی پس از تخریب آستر، عکس‌برداری، نمونه‌برداری از نسوز و بررسی اپراتوری می‌تواند فرضیه را دقیق‌تر کند.

برای مقایسه مواد، آزمایشگاهی و صنعتی، متغیرهای اصلی را تا حد ممکن ثابت نگه دارید. تغییر هم‌زمان نوع آجر، ضخامت، روش نصب و برنامه سرباره‌سازی نتیجه را غیرقابل تفسیر می‌کند. در یک آزمایش کنترل‌شده، یک یا چند تغییر محدود اجرا می‌شود و معیار موفقیت پیشاپیش تعیین می‌گردد: عمر کمپین، نرخ سایش در ناحیه بحرانی، مصرف نسوز به‌ازای هر تن، تعداد تعمیر گرم، رخدادهای ترک یا افت دمای مذاب. معیار ایمنی شرط توقف است و با افزایش عمر قابل معامله نیست.

عمر طولانی‌تر همیشه به معنی هزینه کمتر نیست

مقایسه گزینه‌ها باید هزینه چرخه عمر را ببیند: مواد نسوز، نیروی نصب، پیش‌گرم، توقف، تعمیر، پسماند و هزینه فرصت ظرفیت. آستری که گران‌تر است ممکن است در صورت کاهش توقف یا تعمیر مقرون‌به‌صرفه باشد؛ اما چنین نتیجه‌ای باید با داده کارخانه اثبات شود. افزایش عمر اسمی بدون بررسی کیفیت فولاد، مصرف انرژی، ایمنی و دسترس‌پذیری پاتیل می‌تواند شاخص‌ها را به سمت نامطلوب ببرد.

حد تعویض باید بر پایه نازک‌ترین ناحیه بحرانی، عدم‌قطعیت اندازه‌گیری و حاشیه ایمنی تعیین شود. بازرسی نزدیک به حد نهایی باید با تناوب کوتاه‌تر انجام شود، نه اینکه یک حد ثابت پس از یک کمپین دیگر به همه پاتیل‌ها تعمیم یابد. هر استثنا، مانند ادامه کار با تعمیر موقت، باید ارزیابی ریسک و تأیید مسئول فنی داشته باشد. شاخص «تعداد ذوب تا خروج» پس از این کنترل‌ها گزارش شود، نه به‌جای آنها.

تعمیر، طراحی و عملیات را در یک حلقه قرار دهیم

راه‌اندازی برنامه مدیریت آستر با یک خط پایه آغاز می‌شود: دسته‌بندی پاتیل‌ها، بازسازی نقشه خرابی‌های گذشته و تعریف نقاط اندازه‌گیری. سپس الگوی سایش با برنامه عملیات و مشخصات نسوز تطبیق داده می‌شود. مهندسی، فولادسازی، تعمیرات، خرید و تأمین‌کننده باید یک گزارش مشترک داشته باشند؛ چراکه تغییر مواد بدون تغییر در انبارش، نصب یا خشک‌کردن ممکن است نتیجه ندهد. ارزیابی تأمین‌کننده نیز باید کیفیت پایدار، پاسخ به تحلیل خرابی و قابلیت ردیابی بچ‌ها را در کنار قیمت بسنجد.

در کمپین بعدی، تغییرها با معیارهای ثابت پیگیری و پس از هر بازرسی به‌روز شوند. اگر نتیجه بهتر نشد، فرضیه بازنگری شود؛ افزایش مصرف نسوز را نباید بی‌درنگ به «کیفیت پایین مواد» نسبت داد. داده معتبر رابطه علت و معلول را روشن‌تر می‌کند و به کارخانه اجازه می‌دهد تعمیر را پیش‌بینی کند، نه اینکه فقط به خرابی واکنش نشان دهد. عمر آستر وقتی شاخص مدیریتی می‌شود که با ایمنی، کیفیت فولاد و هزینه واقعی کنار هم دیده شود.

برای تشخیص تغییر واقعی از تغییر روش ثبت، لازم است نقاط بازرسی، ابزار و واحد اندازه‌گیری میان کمپین‌ها ثابت بمانند. وقتی روش اسکن یا معیار درجه‌بندی عوض می‌شود، شرکت باید یک دوره هم‌پوشان اجرا کند تا داده تازه با خط پایه قبلی قابل مقایسه باشد. گزارش عمر نسوز نیز باید تعداد پاتیل‌های فعال و خارج‌شده از سرویس را نشان دهد؛ میانگین فقط پاتیل‌های باقی‌مانده، سوگیری بقا ایجاد می‌کند و تصویر عملکرد کل ناوگان را نمی‌دهد.



کنترل پاکیزگی فولاد بر پایه کاربرد نهایی

در فولادهای حساس، ترکیب شیمیایی مطابق گواهی به‌تنهایی تضمین نمی‌کند محصول در کاربرد نهایی رفتار مطلوبی داشته باشد. آخال‌ها (ذرات محبوس)، اکسیدها و ناخالصی‌ها می‌توانند خواص، خستگی، شکل‌پذیری یا قابلیت ماشین‌کاری را تحت‌تأثیر قرار دهند. اصطلاح «فولاد تمیز» در زبان فنی به سطح پایین برخی ناخالصی‌ها و آخال‌ها اشاره دارد؛ این اصطلاح به معنی فولاد کم‌کربن یا کم‌انتشار نیست. برای کنترل آن، کارخانه باید هدف پاکیزگی را با کاربرد محصول تعریف کند و روش نمونه‌برداری و ارزیابی را در طول فرایند از ذوب تا محصول نهایی هم‌تراز نگه دارد.

از واژه کلی به مشخصه قابل سنجش

واژه‌نامه تخصصی انجمن جهانی فولاد توضیح می‌دهد که پاکیزگی فولاد در معنای فنی به سطوح پایین ناخالصی‌ها، اکسیدها و آخال‌ها یا کربن محلول در برخی گریدها مربوط است. بنابراین یک حد عمومی و واحد برای همه محصولات وجود ندارد. قطعه‌ای برای کار در بارگذاری خستگی، ورق شکل‌پذیر، فولاد یاتاقان یا فولاد ساختمانی، نیازهای یکسان ندارند. معیار پذیرش باید از مشخصات مشتری و سازوکار خرابی مورد انتظار آغاز شود، نه از یک عددی که صرفاً در آزمایشگاه به‌سادگی اندازه‌گیری می‌شود.

ویرایش چهارم ISO 4967:2026 که در مه ۲۰۲۶ منتشر شد، روش میکروگرافی تعیین محتوای آخال‌های غیرفلزی را برای محصولات فولادی نوردشده یا آهنگری‌شده با نسبت کاهش حداقل ۳ مشخص می‌کند. استاندارد دو مسیر را توصیف می‌کند: مقایسه با تصویر جدول مرجع یا اندازه‌گیری مستقیم با تحلیل تصویر. متن استاندارد هشدار می‌دهد که جدول مرجع برای بعضی فولادها، مانند فولادهای خوش‌تراش، به‌طور کامل قابل انطباق نیست. بنابراین خرید استاندارد یا ارجاع به شماره آن،

بدون انتخاب روش مناسب برای گرید و هدف مشتری، نتیجه کنترل را خودبه‌خود معتبر نمی‌کند.

نمونه‌برداری و آزمایش را بازتولیدپذیر کنیم

مقدار آخال ممکن است در طول و مقطع محصول یکنواخت نباشد. محل برداشت، جهت برش، آماده‌سازی سطح، تعداد میدان‌های میکروسکوپی و بزرگنمایی بر نتیجه اثر می‌گذارند. آزمایشگاه باید مسیر نمونه را از شماره ذوب و محل نمونه‌برداری تا تصویر نهایی ثبت کند. اگر نمونه دستی فقط ناحیه ظاهراً سالم را پوشش دهد، مقدار اندازه‌گیری‌شده نماینده کل ذوب نخواهد بود. برنامه نمونه‌برداری باید به شکل محصول و ناحیه پرریسک توجه کند و در قرارداد مشتری به‌روشنی شرح داده شود.

تحلیل تصویر سرعت و تکرارپذیری را افزایش می‌دهد، اما آستانه تشخیص، کیفیت پولیش، روشنایی، تفکیک‌پذیری و طبقه‌بندی انواع آخال می‌توانند اختلاف ایجاد کنند. آزمایشگاه باید نمونه‌های مرجع و آزمون بین‌آزمایشگاهی را برای سنجش سازگاری روش داشته باشد. اپراتورها باید معیارهای تصویری را مشترک بفهمند. اگر کارخانه از تحلیل‌گر تصویر و مشتری از جدول مرجع استفاده می‌کند، نتیجه‌ها را نباید بی‌واسطه معادل اعلام کرد؛ لازم است مطالعه همبستگی یا توافق قراردادی انجام شود.

اندازه‌گیری نهایی را به فرایند وصل کنیم

نتیجه آزمایش به‌تنهایی علت آخال را نشان نمی‌دهد. کنترل فرایند باید نمونه را به مسیر متالورژی ثانویه و ریخته‌گری پیوند دهد: عملیات سرباره، گاززدایی، افزودن آلیاژ، زمان ماند، حفاظت جریان مذاب، شرایط تاندیش، نوسان سطح قالب و توقف‌ها. تغییر در هر یک از این متغیرها ممکن است نوع و توزیع آخال را عوض کند، اما برای انتساب علت باید داده زمان‌مند و نمونه قابل مقایسه داشت. بررسی تنها ذوب‌های مردود، سوگیری ایجاد می‌کند؛ ذوب‌های قبول نیز باید به‌صورت دوره‌ای نمونه‌برداری شوند.

برای یک پروژه بهبود، کارخانه می‌تواند ابتدا گروهی از گریدها و نوع عیب را مشخص کند. سپس خط پایه‌ای از نتایج آزمایش و پارامترهای فرایند بسازد. تغییر آزمایشی، مانند تنظیم شیوه سرباره‌سازی یا حفاظت بهتر جریان مذاب، باید با برنامه کنترل‌شده و معیارهای از پیش تعیین‌شده اجرا شود. اگر هم‌زمان چند گام تغییر کند، معلوم نخواهد شد کدام اقدام نتیجه را تغییر داده است. شاخص‌های متقابل مانند نرخ دوباره‌کاری، شکست در آزمون مشتری، خواص مکانیکی و پاکیزگی باید کنار هم بررسی شوند.

برنامه کنترل را برای تولید تکرارپذیر بسازیم

نقشه کنترل با سه سطح ساده آغاز می‌شود: مشخصه‌ای که مشتری نیاز دارد، اندازه‌گیری‌ای که آن را آشکار می‌کند و واکنشی که در صورت خروج از محدوده انجام می‌شود. برای هر شاخص باید مسئول نمونه‌برداری، حد هشدار، روش تکرار آزمون و اختیار توقف یا قرنطینه محصول تعیین شود. وقتی نمونه‌ای نامنطبق است، شرکت باید ذوب و محصول مرتبط را تا تعیین دامنه ریسک شناسایی کند. این کار از گسترش یک ایراد احتمالی به چندین محموله جلوگیری می‌کند.

روش کنترل پاکیزگی نباید به تأیید یک گواهی تبدیل شود که هر بار فقط هنگام درخواست مشتری اجرا می‌شود. روند ماهانه، پراکندگی نتایج، تغییر میان شیفت‌ها و رابطه با عملیات با دقت باید گزارش شود. کاربر نهایی ممکن است نوع آخال یا حساسیت خاصی برای کاربرد خود داشته باشد؛ چنین الزام‌هایی باید پیش از قرارداد در مشخصات روشن شوند. اگر استاندارد بین‌المللی روش آزمون را تعیین می‌کند، معنای آن این نیست که نتیجه آزمون بدون تعریف معیار پذیرش، محصول را خودکار تأیید می‌کند.

درخواست مشتری را به یادگیری کارخانه تبدیل کنیم

پاکیزگی بالاتر گاه هزینه مواد، کنترل فرایند و زمان تولید را افزایش می‌دهد. سطح کنترل باید متناسب با عملکرد موردنیاز باشد و از تشدید بی‌دلیل مشخصات پرهیز کند. به همین ترتیب، پذیرش گرید صرفاً بر پایه نتیجه میانگین ممکن است ذرات نادر اما بحرانی را نادیده بگیرد؛ در کاربردهای حساس، شاخص‌های توزیع یا بیشینه نیز اهمیت پیدا می‌کنند. گفت‌وگو میان فروش، مهندسی محصول، متالورژی و مشتری می‌تواند مشخص کند کدام معیار به قابلیت کارکرد محصول مربوط است و چه شواهدی برای تأیید آن نیاز است.

وقتی داده آزمایشگاه به شماره ذوب، شرایط فرایند و نتیجه کاربری پیوند بخورد، کارخانه به‌جای پاسخ مقطعی، روندی برای یادگیری می‌سازد. ISO 4967:2026 ابزار اندازه‌گیری میکروگرافی را تعریف می‌کند؛ هدف کارخانه این است که آن ابزار را در یک سیستم مشخصات، نمونه‌برداری و اقدام اصلاحی جای دهد. نتیجه ارزشمند نه صرفاً عدد پایین‌تر آخال، بلکه محصولی است که پاکیزگی آن متناسب با کاربرد تعریف شده و کنترل آن از تولید تا تحویل قابل بازبینی باشد.



بازسازی را از شناسایی بخش‌های ضروری آغاز کنیم

پس از آسیب یا اختلال گسترده، فهرست کارهای لازم می‌تواند بسیار بلند باشد. هر واحد بخش خود را مهم‌تر می‌بیند و همه می‌خواهند سریع‌تر به شرایط عادی برگردند. اما اگر وابستگی بخش‌ها روشن نباشد، تعمیر یک تجهیز ممکن است زودتر تمام شود و همچنان به علت آماده‌نبودن برق، کنترل یا بخش بعدی، قابل استفاده نباشد.

در بهار ۱۴۰۵، خبر آسیب به تأسیسات فولاد مبارکه اصفهان و بحث تأمین ورق صنایع پایین‌دستی، اهمیت این هماهنگی را نشان می‌دهد. چارچوب مدیریتی بازسازی باید از تصویر کل فرایند آغاز شود. ارزیابی فنی وضعیت هر تجهیز، مبنای تصمیم متخصصان سایت است؛ برنامه مدیریت باید نتیجه این ارزیابی‌ها را به یک ترتیب اجرایی تبدیل کند.

کدام بخش، شرط ادامه کار بخش‌های دیگر است؟

نخست باید معلوم شود هر مرحله به چه ورودی و زیرساختی نیاز دارد. برق، آب، کنترل، تجهیزات جابه‌جایی و خدمات تعمیر، ممکن است میان چند واحد مشترک باشند. آماده‌شدن این بخش‌ها می‌تواند امکان ادامه چند کار را فراهم کند. در مقابل، تمرکز فقط بر تجهیزات اصلی خط، ممکن است همین وابستگی‌ها را پنهان کند.

برای هر کار، وضعیت روشن لازم است: بررسی انجام شده، قطعه در انتظار تأمین است، تعمیر آغاز شده یا آزمون پذیرش باقی مانده است. عنوان کلی «در حال پیگیری» برای برنامه‌ریزی کافی نیست. مدیر باید بداند مانع بعدی چیست و رفع آن در اختیار چه کسی قرار دارد.

تأمین قطعه را با اطلاعات معتبر پیش ببریم

تدارکات برای سفارش درست به مشخصات و نقشه تأییدشده نیاز دارد. اگر نسخه‌ها متفاوت باشند، سرعت خرید می‌تواند به تأمین قطعه نامتناسب منتهی شود. پیش از سفارش، مسئول تأیید فنی و مشخصات مرجع باید معلوم باشند.

در بعضی موارد، ساخت داخل یا استفاده از جایگزین قابل بررسی است. این انتخاب نیز به تأیید مهندسی، آزمون و شرایط استفاده نیاز دارد. شباهت ظاهری یا آماده‌بودن سریع‌تر، به‌تنهایی دلیل کفایت قطعه نیست.

بازگشت به کار، یک مرحله مستقل است

پایان تعمیر با آماده‌بودن برای بهره‌برداری یکسان نیست. بررسی، آزمون و تحویل مسئولیت باید در برنامه دیده شوند. اگر این مرحله حذف شود، تأخیر ظاهراً کم شده اما ریسک به زمان تولید منتقل شده است.

برنامه بازگشت بهتر است نشان دهد در هر مرحله چه مقدار از توان واقعی قابل اتکا خواهد بود. واحد فروش نیز باید بر اساس همین اطلاعات با مشتری گفت‌وگو کند. وعده تحویل بر پایه بهترین حالت ممکن، بدون بیان شروط آن، می‌تواند اعتماد را دوباره آسیب بزند.

هر تغییر پیشنهادی باید جداگانه سنجیده شود. بعضی اصلاحات ضروری و فوری‌اند؛ برخی به مطالعه بیشتر نیاز دارند. مخلوط‌کردن نوسازی بلندمدت با کارهای لازم برای ادامه تولید، می‌تواند زمان و دامنه پروژه را نامعلوم کند.

وابستگی‌ها را روی نقشه فرایند بنویسیم

برای اولویت‌گذاری، نام تجهیزات کافی نیست. هر کار باید نشان دهد چه ورودی می‌خواهد، چه خروجی می‌دهد و کدام واحد بعد از آن می‌تواند شروع کند. برای مثال، آماده‌شدن تجهیز اصلی بدون تأمین پایدار برق، سامانه کنترل، آب خنک‌کاری و مسیر انتقال محصول، به‌تنهایی ظرفیت تولید ایجاد نمی‌کند. نقشه وابستگی باید پیوند واحدها را نشان دهد و نقطه‌ای را که بیشترین کارهای دیگر پشت آن متوقف‌اند، آشکار کند.

یک فهرست مشترک می‌تواند برای هر فعالیت، چهار مؤلفه داشته باشد: اهمیت ایمنی، تعداد کارهای وابسته، زمان تأمین یا تعمیر و میزان اطمینان از برآورد. این امتیازها نسخه عددی قطعی برای همه کارخانه‌ها نیستند؛ ابزار گفت‌وگوی میان تولید، نگهداری، برق، ابزار دقیق، تدارکات و ایمنی‌اند. اگر یک فعالیت به‌دلیل ریسک ایمنی مقدم است، آن دلیل باید ثبت شود. اگر قطعه‌ای با زمان تأمین طولانی مسیر بحرانی را می‌بندد، سفارش آن نباید تا تکمیل کارهای کم‌اثرتر معطل بماند.

برنامه را به نقاط کنترل قابل اثبات تقسیم کنیم

هر بسته کاری باید مسئول مشخص، شرط آغاز، مدرک پایان و وابستگی بعدی داشته باشد. «تعمیر تمام شد» پایان کار نیست؛ گزارش بازرسی، تست بی‌بار، تست عملکرد، تأیید حفاظت و تحویل رسمی به بهره‌برداری ممکن است مراحل جدا باشند. نقاط توقف ایمن باید پیش از اجرای تست تعریف شوند تا سرعت برنامه به کنارگذاشتن مجوز کار، قفل‌وبرچسب‌گذاری یا بازبینی مهندسی منجر نشود. معیار قبولی باید از دستورالعمل سازنده، نقشه مصوب یا استاندارد داخلی معتبر بیاید؛ نه از یک برآورد شفاهی در جلسه.

سناریوهای مرحله‌ای نیز مانع سردرگمی ظرفیت می‌شوند. می‌توان گزارش کرد چه بخشی از خط در حالت محدود آماده است، چه محصولی امکان ساخت دارد و کدام محدودیت هنوز باقی است. این تصویر با ظرفیت اسمی کارخانه یکی نیست. تولید برنامه‌ریزی‌شده، تولید قابل‌دسترس پس از تعمیر و تولید واقعی سه عدد متفاوت‌اند؛ گزارش باید عنوان و زمان اندازه‌گیری هرکدام را حفظ کند. اگر آزمون یک شیفت موفق بوده، آن نتیجه را نباید به تولید پایدار چند هفته‌ای تعمیم داد.

وضعیت را با یک مرجع مشترک اداره کنیم

در نشست روزانه، تغییر وضعیت هر فعالیت باید همراه شاهد ثبت شود: قطعه رسیده یا فقط سفارش داده شده؟ تست انجام شده یا زمان آن تعیین شده؟ خطر جدید چیست؟ اطلاعات تأییدنشده باید با برچسب برآورد یا در انتظار راستی‌آزمایی جدا بماند. یک جدول ساده با مسئول، موعد و مانع بعدی از چند فایل موازی قابل اتکاتر است، به‌ویژه وقتی تصمیم‌ها میان پیمانکار، انبار و بهره‌برداری جابه‌جا می‌شوند.

آماده‌سازی اطلاع‌رسانی به مشتری نیز بخشی از مدیریت بازگشت است. فروش باید بداند کدام محصول، گرید و موعد واقعاً قابل تأیید است و کدام سفارش به تخصیص یا آزمون وابسته مانده. به‌جای یک تاریخ قطعی بر پایه بهترین سناریو، می‌توان شرط‌های تحویل و زمان بازبینی بعدی را روشن کرد. چنین روایتی شاید کمتر خوش‌بینانه به نظر برسد، اما احتمال وعده‌ای را که با واقعیت خط سازگار نیست پایین می‌آورد و به خریدار فرصت می‌دهد برنامه جایگزین بچیند.

ثبت تصمیم‌ها کمک می‌کند روشن باشد چرا یک کار زودتر انجام شده و کدام انتخاب برای مرحله بعد باقی مانده است. این سابقه پس از عبور از بحران نیز ارزش خواهد داشت.

بازسازی سنجیده، مسابقه تعداد کارهای تمام‌شده نیست. هدف آن است که بخش‌های آماده، در کنار هم به تولید قابل اتکا منتهی شوند. ترتیب درست، تأیید فنی روشن و اطلاعات مشترک، این مسیر را عملی‌تر می‌کند.



قراضه ارزان، فولاد گران؟

قراضه در باسکول به‌عنوان ماده اولیه وزن می‌شود، اما ارزش آن در کوره و پس از ریخته‌گری روشن می‌شود. دو محموله با وزن یکسان می‌توانند مقدار متفاوتی فولاد مذاب تولید کنند و به مصرف متفاوتی از برق، گاز و مواد کمکی نیاز داشته باشند. حتی پس از تخلیه مذاب، انطباق فولاد با مشخصات سفارش تعیین می‌کند چه سهمی از تولید با قیمت مورد انتظار فروخته می‌شود. فاصله میان وزن بار ورودی و وزن فولاد قابل فروش، جایی است که بخشی از صرفه‌جویی ظاهری خرید می‌تواند از بین برود. اهمیت این فاصله در ایران روشن است. انجمن جهانی فولاد برآورد کرده است که در سال ۲۰۲۵، حدود ۹۲ درصد فولاد خام ایران با فرایندهای الکتریکی تولید شد. سهم این فرایندها در مجموع کشورهای گزارش‌شده حدود سی درصد بود. سهم بالای فولادسازی الکتریکی در ایران در کنار تولید قابل توجه آهن اسفنجی، به ترکیب شارژ اهمیت ویژه‌ای می‌دهد. آمار تولید برحسب فرایند، کوره‌های الکتریکی را در یک دسته کلی قرار می‌دهد که شارژهای مختلفی از قراضه و آهن اسفنجی را در بر می‌گیرد. آمار دفتر بین‌المللی بازیافت برای نیمه نخست سال ۲۰۲۶ از کاهش جزئی مصرف قراضه در بازارهای عمده بررسی‌شده حکایت دارد. پشت این میانگین، مسیر بازارها متفاوت بود. مصرف چین حدود ۷ درصد پایین آمد، در حالی که هند رشد ۱۷ درصدی ثبت کرد. ترکیه نیز جایگاه بزرگ‌ترین واردکننده قراضه فولادی را حفظ کرد و خرید خارجی آن از ۹/۵ میلیون تن گذشت. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که یک شاخص کلی از مصرف قراضه، تغییر تقاضا و فشار رقابت بر تأمین خوراک را در هر بازار توضیح نمی‌دهد.

قیمت قراضه پس از ذوب

پژوهشی که اواخر اکتبر ۲۰۲۶ در نشریه آرشیو مهندسی ریخته‌گری منتشر شد، رابطه نوع و سهم قراضه در شارژ را با بازده فلزی بررسی کرد. پژوهشگران پس از شبیه‌سازی تغییر ترکیب شارژ، سوابق ۱۸۰ ذوب را که به‌صورت تصادفی از یک کارخانه انتخاب شده بود تحلیل کردند. مطالعه رابطه‌ای میان ترکیب شارژ و مقدار فولاد مذاب به‌دست‌آمده نشان داد. داده‌های صنعتی پژوهش به یک کارخانه محدود بود. اثر هر دسته قراضه در کارخانه‌ای دیگر به ترکیب واقعی خوراک و شرایط کوره وابسته است.

یک مثال فرضی سازوکار اقتصادی را روشن می‌کند. اگر قراضه‌ای با قیمت تحویلی ۳۲۰ دلار در هر تن، بازده وزنی ۸۷ درصد داشته باشد، سهم هزینه آن در هر تن مذاب حدود ۳۶۸ دلار خواهد بود. در همان مثال، قراضه‌ای با قیمت ۳۳۵ دلار و بازده ۹۴ درصد، حدود ۳۵۶ دلار به ازای هر تن مذاب هزینه دارد. هر دو شارژ در این محاسبه تمام‌قراضه‌اند و گرید هدف یکسان است. در این مقایسه، اختلاف حدود ۱۱ دلار از مقادیر گردنشده به دست می‌آید.

در کارخانه‌ای که قراضه و آهن اسفنجی را با هم شارژ می‌کند، هزینه مواد فلزی از مجموع هزینه این ورودی‌ها به دست می‌آید و بازده به کل شارژ مربوط است. وزن محصول پذیرفته‌شده پس از ریخته‌گری و کنترل کیفیت مشخص می‌شود. اگر مذاب به گریدی با ارزش فروش پایین‌تر تخصیص یابد، ممکن است بخش مهمی از ارزش اقتصادی سفارش از دست برود، هرچند بازده وزنی کوره بالا بوده باشد. به همین دلیل، بازده ذوب و ارزش محصول دو جنبه متفاوت از عملکرد یک ترکیب شارژ را نشان می‌دهند.

مس نمونه‌ای از محدودیت‌های شیمیایی در تولید بعضی گریدهاست. این عنصر می‌تواند از سیم‌کشی و اجزای مسی محصولات فرسوده وارد جریان قراضه شود و پس از ورود به مذاب، در فرایندهای متعارف فولادسازی به‌سادگی جدا نمی‌شود. در بعضی کاربردها، مس باقیمانده خطر ترک سطحی هنگام کارگرم را افزایش می‌دهد. اگر گرید سفارش حد سخت‌گیرانه‌ای برای مس داشته باشد، تغییر ترکیب شارژ یا رقیق‌سازی با خوراک کم‌مس می‌تواند هزینه مواد را تغییر دهد. در نتیجه، ارزش یک دسته قراضه به محصولی بستگی دارد که کارخانه قصد تولید آن را دارد.

بازده ذوب و انتشار کربن

انجمن جهانی فولاد در گزارش شاخص‌های پایداری، شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای مسیر قوس الکتریکی با سهم بالای قراضه را برای سال ۲۰۲۴، ۷۱۰ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن به‌ازای هر تن فولاد خام گزارش کرد. رقم مسیر کوره بلند و کنورتور اکسیژنی در همان چارچوب، ۲۶۶۰ کیلوگرم بود. روش گسترده‌تر انجمن، علاوه بر دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروس و بخشی از انتشار بالادستی معدن‌کاری را نیز پوشش می‌دهد. این ارقام میانگین مسیرهای تولیدند و انتشار هر محصول به شرایط کارخانه وابسته است.

در سطح کارخانه، ارتباط بازده با انتشار از مسیر مصرف مواد و انرژی شکل می‌گیرد. وقتی دو ذوب برق یکسانی مصرف می‌کنند و یکی مذاب کمتری تحویل می‌دهد، مصرف برق به‌ازای هر تن مذاب در ذوب کم‌بازده بالاتر است. اثر این اختلاف بر انتشار غیرمستقیم به شدت انتشار برق مصرفی بستگی دارد. مصرف گاز و مواد کربنی در کوره نیز بر انتشار مستقیم اثر می‌گذارد. تغییر سهم آهن اسفنجی می‌تواند انتشار منتسب به تولید خوراک را تغییر دهد، در صورتی که محدوده محاسبه آن مرحله را پوشش دهد.

قیمت قراضه در معامله برای هر تن بار تعیین می‌شود، در حالی که درآمد کارخانه از فولادی حاصل می‌شود که مشخصات سفارش را برآورده کند. میان این دو، بازده ذوب، هزینه انرژی و محدودیت‌های گرید قرار دارند. اختلاف میان قیمت بار و هزینه فولاد زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که برق یا خوراک محدود باشد و هر ذوب بخشی از ظرفیت قابل استفاده کارخانه را به خود اختصاص دهد. ارزش اقتصادی قراضه در این فاصله شکل می‌گیرد، از محموله‌ای که وارد کارخانه می‌شود تا فولادی که مشتری تحویل می‌گیرد.



اگر سامانه اصلی در دسترس نباشد، کارخانه چه می‌کند؟

نسخه پشتیبان زمانی ارزش دارد که اطلاعات لازم بازیابی و در کار قابل استفاده باشد.

نقشه تجهیز در سامانه‌ای ذخیره شده که اکنون در دسترس نیست. همکاران می‌دانند نسخه پشتیبان وجود دارد، اما معلوم نیست آخرین نسخه کدام است و چه کسی می‌تواند آن را بازیابی کند. این موقعیت نشان می‌دهد نگهداری فایل با آمادگی برای ادامه کار تفاوت دارد.

نوسازی اتوماسیون BETA2 لینتس که در ژانویه معرفی شد، بر امنیت و دسترس‌پذیری سامانه‌ها تأکید دارد. برای کارخانه‌های دیگر نیز پرسش مهم آن است که اختلال در اطلاعات، چه اثری بر توان بهره‌برداری و تعمیر می‌گذارد.

اطلاعات ضروری را بشناسیم

همه فایل‌ها برای ادامه فوری کار اهمیت یکسانی ندارند. نقشه‌های تأییدشده، مشخصات قطعات، سوابق تغییر و اطلاعات تماس مسئولان، ممکن است در موقعیت اختلال اولویت پیدا کنند. لازم است معلوم باشد هرکدام کجا نگهداری می‌شوند و نسخه معتبر آنها چگونه تشخیص داده می‌شود.

اگر فایل از چند مسیر ویرایش می‌شود، وجود نسخه‌های متفاوت طبیعی است. مشکل زمانی جدی می‌شود که مرجع تأیید معلوم نباشد. ثبت تاریخ و مسئول تغییر، برای استفاده فنی اهمیت دارد؛ آخرین فایل دریافت‌شده در یک پیام، الزاماً آخرین نسخه تأییدشده نیست.

بازیابی را در عمل بررسی کنیم

داشتن نسخه پشتیبان، به‌تنهایی ثابت نمی‌کند اطلاعات در زمان لازم قابل استفاده است. آزمون بازیابی باید در چارچوب مسئولیت و رویه مصوب فناوری و بهره‌برداری انجام شود. خروجی مورد انتظار، روشن‌شدن زمان، مسئول و محدودیت‌های بازیابی است.

این بررسی می‌تواند نقص‌های ساده‌ای را آشکار کند: دسترسی وابسته به یک فرد، نرم‌افزار لازم برای بازکردن فایل یا نام‌گذاری‌ای که پیداکردن سند را دشوار می‌کند. حل این موارد، بخشی از آمادگی دیجیتال است.

هوش مصنوعی جای نسخه معتبر را نمی‌گیرد

ابزار جست‌وجو یا دستیار متنی می‌تواند یافتن اطلاعات را آسان‌تر کند، اما نباید سند نامعلوم را معتبر جلوه دهد. کاربر باید منبع پاسخ و وضعیت نسخه را ببیند. اگر اطلاعات کافی نیست، پاسخ باید به بررسی مسئول مربوط ارجاع داده شود. برای استفاده در تصمیم فنی، روان‌بودن توضیح کافی نیست. هویت تجهیز، مشخصات و نسخه سند باید با موضوع کار تطابق داشته باشند. این کنترل را نمی‌توان به ظاهر مطمئن یک پاسخ واگذار کرد.

مسئولیت پس از پروژه

با تغییر کارکنان یا سامانه، روش دسترسی نیز باید به‌روز بماند. مستندات و آموزش جانشین کمک می‌کند دانش بازیابی نزد یک نفر محصور نشود. مدیریت باید برای نگهداری این آمادگی، وقت و مسئول مشخص کند.

هدف، ساخت آرشیوی بزرگ‌تر نیست. کارخانه باید بتواند در زمان نیاز، اطلاعات درست را پیدا کند و بداند چرا به آن اعتماد دارد. این قابلیت، یکی از پایه‌های تداوم تولید در عصر دیجیتال است.

مرز میان داده و سامانه کنترل را روشن کنیم

در طراحی بازیابی، همه اطلاعات نباید با یک ترتیب و در یک نقطه جمع شوند. نقشه و مشخصات تجهیز، فهرست قطعات، تنظیمات سامانه، سوابق تغییر و دستورالعمل بهره‌برداری، هرکدام نقش جداگانه دارند. گروه فنی باید بداند کدام مورد برای تصمیم ایمن ضروری است و کدام می‌تواند پس از بازگشت فعالیت عادی بازیابی شود. این اولویت‌بندی از تلاش پراکنده برای بازگرداندن همه فایل‌ها جلوگیری می‌کند.

برای هر داده حساس، یک شناسه و مسیر نگهداری پایدار لازم است. نام پوشه یا رایانه شخصی مسئول، جای فهرست مستندات را نمی‌گیرد. فهرست باید در اختیار نقش‌های مجاز باشد و خود آن نیز نسخه قابل دسترس داشته باشد. در صورت تغییر نام سامانه، مالک سند یا محل ذخیره، فهرست باید با همان فرایند تغییر به‌روزرسانی شود.

بازیابی را با سناریو بسنجیم

آزمون بازیابی وقتی ارزش دارد که یک وضعیت مشخص را بازسازی کند: دسترسی به مخزن اصلی از بین رفته، یک فایل پیکربندی آسیب دیده، یا سامانه جایگزین نیاز به نصب دارد. هدف آزمون، فشارآوردن به کارکنان یا شبیه‌سازی بدون هماهنگی نیست؛ باید طبق مجوزهای سایت، برنامه ایمنی و مسئولیت‌های فناوری اجرا شود. نتیجه ثبت‌شده مشخص می‌کند چه چیز بازیابی شد، چه چیزی باز نشد و چه مدت طول کشید.

برای برنامه‌ریزی، زمان قابل تحمل توقف و نقطه‌ای که اطلاعات باید تا آن بازیابی شده باشد جداگانه تعیین می‌شوند. اگر نسخه پشتیبان از تغییرات مهم اخیر عقب باشد، بازگشت سریع ممکن است با خطر استفاده از تنظیمات نامتناسب همراه شود. تصمیم درباره راه‌اندازی، همچنان به مسئول فنی و رویه بهره‌برداری تعلق دارد.

پشتیبان را از تغییر جدا نکنیم

سامانه با به‌روزرسانی نرم‌افزار، تغییر تجهیز یا اصلاح منطق کنترل عوض می‌شود. پس از هر تغییر مصوب، نسخه تازه و سوابق آن باید در محل نگهداری‌شده ثبت شوند. اگر پشتیبان فقط در پایان سال گرفته شود، شاید مهم‌ترین تغییرهای پس از آن را پوشش ندهد. NIST در راهنمای پشتیبان فناوری عملیاتی بر ثبت منظم نسخه‌ها، آزمون آنها و بازبینی در تمرین‌های بازیابی تأکید می‌کند.

دسترسی نیز باید متناسب با نقش باشد. نسخه‌های مورد استفاده برای بازگردانی نباید به شکلی نگهداری شوند که یک رخداد دیجیتال همه کپی‌ها را هم‌زمان از دسترس خارج کند. انتخاب روش ذخیره‌سازی، اتصال و نگهداری باید با ارزیابی امنیتی و سیاست سازمان هماهنگ باشد؛ توصیه عمومی جای طراحی اختصاصی سایت را نمی‌گیرد.

دانش بازیابی را قابل انتقال کنیم

آزمون منظم، به واحدها امکان می‌دهد وابستگی به فرد یا رمز عبور واحد را کشف کنند. فهرست تماس فروشنده، مجوز نرم‌افزار و محل نصب ممکن است در لحظه بحران به اندازه خود فایل اهمیت داشته باشد. باید معلوم باشد چه کسی درخواست دسترسی را تأیید می‌کند و چه کسی می‌تواند بازگشت را در چارچوب مجاز اجرا کند.

پس از تمرین، چند پرسش کوتاه ثبت شود: کدام سند پیدا نشد؟ آیا نسخه با تجهیز واقعی سازگار بود؟ آیا مسئول جایگزین توانست فرایند را ادامه دهد؟ پاسخ‌ها به اصلاح برنامه کمک می‌کنند. این حلقه بازخورد، آرشیو را به قابلیت عملیاتی تبدیل می‌کند؛ قابلیت مهمی که تنها با وجود فایل پشتیبان به دست نمی‌آید.



بازسازی و کاهش مصرف را چگونه کنار هم ببینیم؟

جایگزینی تجهیزات فرصتی برای بررسی اتلاف است؛ هر تغییر باید با عملکرد مورد انتظار و کل فرایند سنجیده شود.

وقتی تجهیزی نیاز به جایگزینی دارد، پرسش فقط این نیست که نمونه قبلی چگونه دوباره تهیه شود. می‌توان بررسی کرد آیا راهکاری با مصرف کمتر یا قابلیت نگهداری بهتر وجود دارد. اما تصمیم عجولانه درباره یک جزء، ممکن است محدودیت تازه‌ای برای بخش‌های دیگر بسازد.

نخست، نیاز عملیاتی روشن باشد

گزینه جدید باید وظیفه مورد نیاز خط را با کیفیت و ظرفیت مناسب انجام دهد. مقایسه مصرف، بدون توجه به خروجی و شرایط کار، کامل نیست. تجهیزی که در مشخصات سازنده مصرف کمتری دارد، باید در فرایند واقعی و در ارتباط با سایر اجزا بررسی شود.

در تصمیم بازسازی، فرصت توقف، امکان تأمین و خدمات پس از نصب نیز اهمیت دارند. بهبود بلندمدت باید در کنار نیاز فوری ادامه کار سنجیده شود. برخی تغییرها را می‌توان هم‌زمان انجام داد و بعضی به مطالعه و زمان بیشتری نیاز دارند.

اتلاف را پیش از انتخاب فناوری بشناسیم

اندازه‌گیری و سوابق بهره‌برداری کمک می‌کنند معلوم شود مشکل اصلی کجاست. ممکن است سهم مهمی از اتلاف به دوباره‌کاری، توقف یا ناهماهنگی فرایند مربوط باشد. تعویض یک تجهیز، همه این موارد را حل نمی‌کند. پس از اجرا نیز همان شاخص و روش مقایسه باید حفظ شود. تغییر ترکیب محصول یا ساعت کار می‌تواند مقدار مصرف را عوض کند؛ نتیجه بهبود باید با توجه به این عوامل توضیح داده شود.

پایداری، مجموعه‌ای از مسئولیت‌هاست

برنامه Steel Sustainability Champions در worldsteel، محیط‌زیست را در کنار موضوع‌های انسانی و مدیریتی می‌بیند. برای کارخانه نیز تصمیم کم‌مصرف باید با ایمنی، مهارت بهره‌بردار و توان نگهداری همراه باشد.

داده محصول نیز باید به‌روز شود. اگر تغییر تجهیز یا منبع انرژی بر ادعای محیط‌زیستی اثر می‌گذارد، روش و دوره بررسی باید مشخص باشند. اعلام نتیجه پیش از سنجش، به اعتبار سرمایه‌گذاری کمک نمی‌کند.

فرصت نوسازی زمانی بهتر استفاده می‌شود که انتخاب فنی، نیاز تولید و سنجش عملکرد از ابتدا کنار هم قرار گیرند. کاهش مصرف باید در محصول قابل قبول و کارکرد قابل اتکا دیده شود، نه فقط در مشخصات یک قطعه تازه.

پروژه را در مقیاس کل خط ارزیابی کنیم

وقتی تجهیزی جایگزین می‌شود، اثر آن ممکن است از مصرف مستقیم فراتر برود. تغییر سرعت یا کیفیت یک مرحله می‌تواند بار بخش بالادست و پایین‌دست را جابه‌جا کند. بنابراین واحد تحلیل باید به مرز فرایند توجه کند: از دریافت مواد تا محصول نهایی یا از نقطه ورود انرژی تا خروجی قابل فروش. کوچک‌کردن مرز به یک موتور یا کوره، تصویر ناقصی از اثر تصمیم می‌دهد.

برای مقایسه، داده‌های پیش و پس از تغییر باید دوره زمانی و شرایط مشابهی داشته باشند. ترکیب محصول، ظرفیت بارگیری، ساعات کار و توقف‌ها می‌توانند نتیجه را تغییر دهند. اگر شرایط یکسان نیست، تفاوت‌ها باید ثبت شوند تا افت یا بهبود به تجهیزی نسبت داده نشود که تنها یکی از عوامل مؤثر بوده است.

شاخص‌ها را پیش از سرمایه‌گذاری انتخاب کنیم

درخواست «مصرف کمتر» را می‌توان به شاخص قابل پیگیری تبدیل کرد: انرژی به‌ازای تن محصول پذیرفته‌شده، نرخ دوباره‌کاری، توقف ناشی از تجهیز یا هزینه نگهداری. انتخاب شاخص به هدف پروژه وابسته است. یک عدد کل انرژی در ماه، بدون اطلاع از مقدار و ترکیب محصول، امکان مقایسه قابل دفاع نمی‌دهد.

برای هر شاخص، منبع اندازه‌گیری، روش ثبت و مسئول تأیید لازم است. اگر داده کنتور کامل نیست، این محدودیت باید پیش از تصمیم روشن شود. ایجاد خط پایه ساده و معتبر می‌تواند در این مرحله از خرید ابزار پیچیده مفیدتر باشد. بعد از نصب نیز همان روش، امکان مقایسه را حفظ می‌کند.

توقف برنامه‌ریزی‌شده و نتیجه واقعی را کنار هم بگذاریم

بعضی اقدامات به توقف خط یا کارهای جانبی نیاز دارند؛ زمان اجرای آنها بخشی از هزینه است. برنامه باید زمان نصب، آزمون، آماده‌سازی کارکنان و احتمال اصلاح را جدا نشان دهد. اگر بهبود مورد انتظار دیرتر محقق شود، چه اثری بر تولید و تحویل سفارش می‌گذارد؟ این پرسش مانع آن می‌شود که مزیت فنی بدون هزینه تغییر محاسبه شود.

پس از راه‌اندازی، نتیجه را در چند بازه بررسی کنیم. اندازه‌گیری یک هفته‌ای شاید برای شناخت عملکرد پایدار کافی نباشد؛ تغییرات فصلی و محصول نیز مهم‌اند. شاخص نامطلوب باید به بررسی علت منجر شود، نه دستکاری روش محاسبه. مدیران می‌توانند نتیجه را با دامنه عدم قطعیت گزارش کنند.

پایداری را با عملکرد قابل اثبات پیوند دهیم

داده چرخه عمر و گزارش انرژی تنها وقتی معنا دارند که محدوده و دوره آنها روشن باشد. تغییر یک تجهیز ممکن است کاهش مصرف محل را نشان دهد، اما نیاز مواد یا مصرف بخش دیگری را افزایش دهد. مقایسه باید مبنای خود را آشکار کند و از تعمیم یک نتیجه محدود به کل مجموعه بپرهیزد.

در نهایت، تصمیم نوسازی با سه معیار قابل توضیح می‌شود: نیاز تولید، توان نگهداری و نتیجه سنجیده‌شده. اگر یکی از این سه مورد نامعلوم است، آن را به‌عنوان موضوع پیگیری ثبت کنیم. اقدام مرحله‌ای و قابل ارزیابی، برای کارخانه‌ای که هم تداوم کار و هم بهبود مصرف را دنبال می‌کند، از ادعای بزرگ و بی‌پشتوانه کارآمدتر است.

هماهنگی تولید و بهره‌برداری

در برنامه بازسازی، بخش تولید می‌تواند شرایط واقعی کار و اولویت سفارش‌ها را توضیح دهد؛ گروه انرژی الگوی مصرف را بررسی کند و تعمیرات درباره قابلیت نگهداری نظر بدهد. جمع‌بندی این دیدگاه‌ها پیش از خرید، احتمال انتخاب تجهیزی را کمتر می‌کند که روی کاغذ کارآمد است اما در خط محدودیت تازه ایجاد می‌کند. تصمیم باید مسئول اجرای هر اقدام و زمان بازبینی نتیجه را هم مشخص کند. اگر کاهش مصرف هدف سرمایه‌گذاری است، شاخص مورد توافق در جلسه تحویل ثبت شود تا ارزیابی بعدی بر حافظه یا برداشت شخصی متکی نباشد.



وقتی مسیر عوض می‌شود، کل سفارش را دوباره بررسی کنیم

تغییر شیوه حمل می‌تواند بسته‌بندی، اسناد، زمان و هزینه را نیز تغییر دهد. در شرایط اختلال، یافتن مسیر جایگزین برای خروج بار ضروری به نظر می‌رسد. اما جایگزین‌کردن نام یک بندر یا وسیله حمل، تمام کار نیست. محصول باید با شرایط مسیر تازه سازگار باشد و مشتری نیز بداند زمان و نحوه دریافت چه تغییری کرده است.

اطلاعیه اسفند IMO درباره هرمز، پیش‌زمینه حساسیت فعلی حمل را نشان می‌دهد. برای تصمیم بهار، لازم است آخرین وضعیت محموله از طرف‌های مسئول تأیید شود؛ خبر قدیمی، وضعیت امروز یک سفر را مشخص نمی‌کند.

بار را با مسیر تطبیق دهیم

وزن، ابعاد، بسته‌بندی و امکان تخلیه باید برای مسیر پیشنهادی بررسی شوند. شاید وسیله در دسترس باشد، اما تجهیزات مبدأ یا مقصد با بار تناسب نداشته باشند. روشن‌شدن این محدودیت پیش از خروج، از توقف در مرحله بعد بهتر است.

اسناد نیز ممکن است به اصلاح نیاز داشته باشند. تغییر مسیر یا طرف حمل باید در مدارک مرتبط منعکس شود و مسئول کنترل آن مشخص باشد. نسخه‌های متفاوت سند، می‌توانند به اختلاف در تحویل منتهی شوند.

هزینه را کامل مقایسه کنیم

کرایه، بارگیری مجدد، انتظار و نگهداری اجزای جداگانه‌اند. در مقایسه گزینه‌ها باید معلوم باشد پیشنهاد هر طرف چه خدماتی را پوشش می‌دهد. قیمت پایین‌تر، بدون این توضیح، ملاک کافی نیست.

زمان نیز باید با میزان اطمینان به آن گزارش شود. برای سفارش حساس، تفاوت میان برآورد خوش‌بینانه و زمان قابل تعهد اهمیت دارد. اعلام این تفاوت به فروش، امکان مذاکره روشن‌تر با مشتری را فراهم می‌کند.

یک مسئول برای هماهنگی

تصمیم تخصصی هر بخش باقی می‌ماند، اما پیگیری کل محموله به نقطه هماهنگی نیاز دارد. تغییر حمل باید به تولید، انبار، اسناد و مشتری برسد. در غیر این صورت، هر واحد با نسخه‌ای از برنامه کار می‌کند که ممکن است دیگر معتبر نباشد.

پس از تحویل، ثبت نتیجه به انتخاب‌های بعدی کمک می‌کند. چه چیزی مطابق برنامه بود و چه هزینه‌ای پیش‌بینی نشده بود؟ این سابقه، برنامه جایگزین را از یک ایده روی کاغذ به گزینه‌ای شناخته‌شده‌تر تبدیل می‌کند.

تصمیم را با داده محموله ثبت کنیم

واحد حمل باید پیش از پیشنهاد مسیر، مشخصات واقعی بار را دریافت کند: نوع و طول محصول، وزن هر بسته، محدودیت چیدمان، روش مهار، حساسیت به رطوبت و ابزار تخلیه موجود در مقصد. برای هر مورد، داده تأییدشده از داده تخمینی جدا شود. اگر مشخصات نهایی بسته‌بندی هنوز معلوم نیست، مسئول و زمان اعلام آن باید ثبت شود. این اطلاعات برای انتخاب کامیون، واگن یا وسیله دریایی کاربرد دارند و می‌توانند محدودیت فنی را پیش از عقد قرارداد آشکار کنند.

برنامه بارگیری نیز باید با ظرفیت انبار و خروجی تولید سازگار باشد. ممکن است راه جایگزین از نظر فاصله کوتاه‌تر باشد، اما در محل بارگیری به فضای ذخیره یا تجهیزات دیگری نیاز داشته باشد. در این حالت، هزینه انبارش، جابه‌جایی دوباره و احتمال آسیب باید کنار کرایه اصلی قرار گیرد. مقایسه دو مسیر فقط با قیمت حمل، مقایسه کامل نیست.

ماتریس تصمیم ساده بسازیم

برای هر گزینه می‌توان زمان تقریبی، هزینه‌های معلوم، مدارک لازم، محدودیت بار، تعداد جابه‌جایی و میزان اطمینان را ثبت کرد. گزینه‌ای که کمترین زمان را دارد لزوماً مناسب‌ترین نیست؛ اگر نیازمند مجوز یا هماهنگی حل‌نشده باشد، تاریخ رسیدن آن قابل تعهد نخواهد بود. ماتریس باید معلوم کند کدام داده از متصدی حمل آمده، کدام فرض تحریریه داخلی است و چه پرسشی هنوز باز مانده است.

در شرایط پرنوسان، سناریوها را با نقطه تصمیم پیوند دهیم. مثلاً اگر تأیید عبور تا زمان معینی نرسد، تیم بررسی می‌کند که تغییر مسیر هنوز از نظر هزینه و قرارداد پذیرفتنی است یا نه. تعیین زمان بازبینی مانع می‌شود محموله هفته‌ها در انتظار تصمیم بماند. هر تغییر نهایی باید با شماره نسخه و تاریخ در سامانه سفارش ثبت شود.

تعهد فروش را با امکان واقعی هماهنگ کنیم

تاریخ تحویل فقط حاصل زمان حرکت نیست. زمان آماده‌سازی، تشریفات، تخلیه و پذیرش مشتری نیز در آن اثر دارد. تیم فروش باید تفاوت میان زمان برآوردی و زمان متعهدشده را بشناسد. اگر دامنه زمانی گسترده است، توضیح آن به مشتری از یک روز مشخص و غیرقابل دفاع بهتر است.

در قرارداد، مسئولیت هزینه‌های تغییر مسیر، نگهداری بار و اطلاع‌رسانی باید روشن باشد. واحد حقوقی یا بازرگانی مسئول تفسیر قرارداد است؛ تیم عملیات باید پیش از تصمیم بداند چه اختیار و محدودیتی دارد. وعده شفاهی یا نسخه قدیمی برنامه، جای تأیید مکتوب را نمی‌گیرد.

پس از پایان حمل، اختلاف میان برنامه و نتیجه را بررسی کنیم: چه هزینه‌ای پیش‌بینی نشد، کدام مجوز زمان‌بر بود و آیا بسته‌بندی مناسب ماند؟ ثبت این تجربه به تهیه فهرست گزینه‌های جایگزین کمک می‌کند. در اختلال بعدی، کارخانه از نو آغاز نمی‌کند؛ می‌تواند بر داده‌های محموله واقعی خود تکیه کند.

برای هر محموله، یک دفتر رویداد کوتاه نگه داریم: زمان دریافت هشدار، تصمیم گرفته‌شده، طرف تأییدکننده، نسخه برنامه حمل و پیام ارسال‌شده به مشتری. این ثبت به اختلاف‌های بعدی پاسخ می‌دهد و کمک می‌کند تا مشخص شود هزینه اضافه از کجا پدید آمده است. دفتر رویداد جای مکاتبات رسمی یا اسناد گمرکی نیست؛ ارجاع آن به شماره سندهای اصلی باید امکان پیگیری را حفظ کند. اگر گزینه جایگزین انتخاب نشد، علت آن نیز ثبت شود؛ برای نمونه، ناممکن‌بودن تخلیه یا ریسک بالای تأخیر. در پایان، واحد لجستیک می‌تواند داده چند محموله را مقایسه کند و بفهمد کدام گلوگاه تکرار می‌شود. این شناخت برای مذاکره با متصدیان حمل و طراحی قراردادهای بعدی کاربرد دارد.

تجربه هر مسیر باید با تاریخ و نوع محصول ثبت شود؛ هزینه یک محموله خاص را نمی‌توان بی‌واسطه به سفارش‌های دیگر تعمیم داد. در گزارش نهایی، دامنه داده و رویدادهای استثنایی را روشن کنیم.



بازگشت به کار با آموزش و تحویل مسئولیت کامل می‌شود

کارکنان باید تغییرهای تجهیز، روش و نقش خود را پیش از استفاده بشناسند. پس از تعمیر یا نوسازی، ظاهر خط ممکن است آشنا باشد، اما بعضی روش‌ها و مسئولیت‌ها تغییر کرده باشند. اگر این تغییرها به کارکنان منتقل نشوند، تجربه قبلی به‌تنهایی برای کار در وضعیت تازه کافی نخواهد بود.

تغییرها را مشخص و محدود توضیح دهیم

آموزش باید نشان دهد چه چیزی نسبت به گذشته عوض شده است. اطلاعات عمومی فراوان می‌تواند نکته اصلی را پنهان کند. مسئول فنی باید دامنه تغییر و شرایط استفاده را طبق رویه سایت روشن کند و فرصت پرسش فراهم باشد.

تحویل شیفت و تحویل تجهیز نیز به همین دقت نیاز دارند. کار ناتمام، مورد نیازمند پیگیری و مسئول تصمیم بعدی باید ثبت شوند. جمله کلی «آماده است» بدون روشن‌بودن معنای آن، می‌تواند برداشت‌های متفاوت ایجاد کند.

توان انجام کار را بررسی کنیم

تعداد شرکت‌کنندگان یک دوره، فقط پوشش آموزش را نشان می‌دهد. برای شناخت آمادگی، مشاهده انجام وظیفه و بازخورد به فرد مفیدتر است. هرجا ابهام باقی است، باید پیش از واگذاری مسئولیت برطرف شود. کارکنان باتجربه می‌توانند در طراحی تمرین و انتقال نکته‌های عملی نقش داشته باشند. هم‌زمان باید معلوم باشد کدام روش قدیمی با

وضعیت جدید سازگار نیست. حفظ تجربه به معنی تکرار بی‌بررسی همه عادت‌ها نیست.

بار کار و ارتباط را جدی بگیریم

در دوره فشار، برنامه‌ها بیشتر تغییر می‌کنند و احتمال انتقال ناقص اطلاعات بالاتر می‌رود. مدیر باید زمان لازم برای تحویل مسئولیت و ثبت تغییر را در برنامه ببیند. اگر این کار همواره به فرصت آزاد واگذار شود، در عمل حذف خواهد شد.

فرهنگ گزارش نقص نیز اهمیت دارد. کارکنان باید بتوانند درباره وضعیت نامعلوم سؤال کنند. پاسخ روشن، هم به کیفیت اطلاعات مدیریت کمک می‌کند و هم از تبدیل ابهام به تصمیم حدسی جلوگیری می‌کند.

برنامه قهرمانان پایداری ورلد استیل، موضوع‌های انسانی و ایمنی را بخشی از ارزیابی صنعت می‌داند. برای کارخانه نیز بازگشت به تولید وقتی کامل‌تر است که افراد، روش و تجهیز با یکدیگر آماده باشند.

پیش از بازگشت، نقش‌ها را دوباره مرور کنیم

تغییر در شیوه کار می‌تواند اختیار توقف، درخواست کمک یا تأیید مرحله را جابه‌جا کند. سرپرست باید روشن کند هر وظیفه را چه کسی انجام می‌دهد، چه کسی نتیجه را بررسی می‌کند و در صورت انحراف، موضوع به کدام نقش ارجاع می‌شود. شرح مبهم مانند «با تیم هماهنگ شود» پاسخ‌گویی را پراکنده می‌کند. نام نقش‌ها و مسیر تماس باید در محل کار قابل دسترس باشد.

برای شیفت‌های مختلف، یکسان‌بودن پیام اهمیت دارد. کارکنانی که در نصب یا آموزش اولیه حضور نداشته‌اند نیز باید بدانند چه چیزی تغییر کرده است. نشست کوتاه تحویل می‌تواند تغییر را مرور کند، اما برای مهارت پیچیده یا وظیفه پرخطر جایگزین آموزش مصوب نیست. واحد منابع انسانی و مسئول فنی باید با هم دامنه و روش مناسب را تعیین کنند.

خستگی و فشار بازگشت را ببینیم

پس از توقف یا آسیب، فشار جبران تولید ممکن است بالا باشد. این فشار می‌تواند کارکنان را به اتکا بر عادت‌های قبلی سوق دهد، حتی وقتی شرایط تازه شده است. برنامه بازگشت باید زمان آشنایی با تجهیز و فرصت پرسش را در نظر بگیرد. اگر فردی برای کار جدید آماده نیست، مسیر اعلام نیاز به آموزش تکمیلی باید روشن باشد؛ سنجش آمادگی نباید به برچسب‌زنی یا سرزنش تبدیل شود.

تغییر برنامه شیفت، دسترسی به سرویس، مسیرهای تردد یا محل تجهیزات نیز می‌تواند بر کار روزمره اثر بگذارد. این موارد گاهی در دستور فنی اصلی دیده نمی‌شوند، اما برای کارکنان خط مهم‌اند. گفت‌وگو با نمایندگان شیفت‌ها به شناسایی محدودیت‌هایی کمک می‌کند که در برنامه مرکزی نادیده مانده‌اند.

بازخورد را به اصلاح وصل کنیم

کارکنان باید بتوانند ابهام، نقص مستندات یا خطر را بدون اتکا به سلسله‌مراتب پیچیده گزارش کنند. مسئول دریافت گزارش باید معلوم باشد و پاسخ به فرد بازگردد. اگر گزارش‌ها ثبت شوند اما هیچ تغییری در برنامه یا توضیح ایجاد نشود، اعتماد به فرایند کاهش می‌یابد. تیم مدیریت باید روند پیگیری را در بازه معین مرور کند.

برای ارزیابی آموزش، فقط حضور و امضا کافی نیست. مشاهده انجام وظیفه در چارچوب مجاز، پرسش‌های کوتاه یا مرور تحویل شیفت می‌تواند نشان دهد کدام بخش نیاز به تکرار دارد. شاخص‌ها باید با ماهیت کار تناسب داشته باشند و برای مقایسه کارکنان بدون توجه به تفاوت تجربه استفاده نشوند.

کارکنان نیز می‌توانند دانش عملی ارزشمندی درباره نشانه‌های عادی تجهیز، شرایط غیرمعمول و راه‌های گزارش داشته باشند. مشارکت دادن آنان در آماده‌سازی، به تیم کمک می‌کند دستورالعمل با واقعیت محیط کار سازگار باشد. بازگشت موفق فقط زمانی ثبت نمی‌شود که محصول از خط خارج شود؛ باید معلوم باشد کارکنان می‌توانند وظیفه تازه را با دانش و پشتیبانی کافی انجام دهند.

مشارکت کارکنان در برنامه بازگشت باید متناسب با سازوکارهای نمایندگی و مقررات هر سایت انجام شود. بازخورد جمعی می‌تواند مشکل‌هایی مانند تفاوت آموزش بین شیفت‌ها، کمبود تجهیزات حفاظت یا دسترسی دشوار به دستورالعمل را آشکار کند. مدیران بهتر است پاسخ‌های عملی را در همان چارچوب ایمنی و مسئولیت‌پذیری اعلام کنند. بازگشت به کار نیز پایان پایش نیست؛ چند هفته نخست ممکن است پرسش‌هایی ایجاد کند که هنگام نصب دیده نشده‌اند. مشخص‌کردن زمان بازنگری و مالک اقدام، از گم‌شدن این نکته‌ها در گزارش‌های روزانه جلوگیری می‌کند. شاخص‌های انسانی باید به بهبود فرایند کمک کنند، نه اینکه کارکنان را به پنهان‌کردن خطا سوق دهند. گزارش قابل اعتماد، هم موفقیت را ثبت می‌کند و هم نیاز تازه به حمایت یا آموزش را.

بازبینی پس از شروع تولید باید امکان توقف و اصلاح برنامه را نیز داشته باشد. بازخورد کارکنان زمانی ارزش عملی پیدا می‌کند که به تصمیم، زمان پیگیری و پاسخ مشخص متصل شود.



Holland Sensor؛ پایش هوشمند فلزات در آب صنعتی فولادسازی

آب در کارخانه‌های فولاد تنها یک ماده مصرفی نیست؛ بخشی از زیرساخت عملیاتی برای خنک‌کاری، شست‌وشو و انتقال حرارت است. کیفیت این آب و ترکیب جریان‌های برگشتی می‌تواند بر پایداری تجهیزات، فرایند تصفیه و رعایت الزامات زیست‌محیطی اثر بگذارد. در چنین محیطی، اطلاع از تغییرات غلظت فلزات در زمان مناسب اهمیت دارد.

شرکت فناور هلندی Holland Sensor با توسعه سامانه‌ای به نام Mizu Sensor بر اندازه‌گیری برخط غلظت فلزات در جریان‌های آب صنعتی تمرکز کرده است. این فناوری در سال ۲۰۲۶ موضوع همکاری با Tata Steel Tubes Nederland قرار گرفت؛ همکاری‌ای که هدف آن ارزیابی قابلیت استفاده از حسگر در شرایط واقعی صنعت فولاد است.

مسئله‌ای فراتر از نمونه‌برداری دوره‌ای

پایش کیفیت آب صنعتی معمولاً ترکیبی از اندازه‌گیری‌های میدانی، نمونه‌برداری و آزمایش‌های آزمایشگاهی است. این روش‌ها برای کنترل کیفیت ضروری‌اند، اما میان زمان برداشت نمونه و دریافت نتیجه ممکن است فاصله وجود داشته باشد. در فرایندهایی که ترکیب جریان آب تغییر می‌کند، یک نتیجه آزمایشگاهی تنها وضعیت نمونه را در لحظه برداشت نشان می‌دهد و لزوماً همه نوسانات میان دو نوبت اندازه‌گیری را ثبت نمی‌کند.

در نتیجه، پایش پیوسته می‌تواند اطلاعات مکملی در اختیار بهره‌بردار قرار دهد. داده‌های برخط، در صورت اعتبارسنجی و اتصال به نظام کنترل

کارخانه، امکان شناسایی سریع‌تر تغییرات و بررسی روندهای زمانی را فراهم می‌کنند. با این حال، وجود حسگر به‌تنهایی جایگزین برنامه نمونه‌برداری، کالیبراسیون یا روش‌های مرجع آزمایشگاهی نمی‌شود.

فناوری Mizu Sensor چه مسئله‌ای را هدف گرفته است؟

Holland Sensor سامانه Mizu Sensor را برای پایش غلظت فلزات در آب معرفی کرده است. تفاوت اصلی چنین رویکردی با نمونه‌برداری صرف، تلاش برای تولید داده در محل و در طول زمان است. در یک کارخانه فولاد، داده‌های پیوسته می‌توانند در کنار اطلاعات مربوط به دبی، دما، کیفیت آب و عملکرد واحد تصفیه تحلیل شوند.

کاربرد عملی این اطلاعات به نوع فلز مورد اندازه‌گیری، محدوده غلظت، دقت حسگر، شرایط شیمیایی آب و محل نصب بستگی دارد. بنابراین نمی‌توان بدون مشخصات فنی تأییدشده ادعا کرد که یک سامانه قادر است همه فلزات را در هر شرایطی اندازه بگیرد. تعیین محدوده عملکرد، روش کالیبراسیون و میزان تأثیر ترکیبات مزاحم از مراحل ضروری ارزیابی صنعتی است.

از دید بهره‌برداری، ارزش اطلاعات تنها در نمایش یک عدد نیست. هنگامی که اندازه‌گیری‌ها به‌صورت منظم ثبت شوند، می‌توان تغییرات غیرعادی را با وضعیت تجهیزات یا تغییرات فرایند مقایسه کرد. این مقایسه، در صورت وجود داده کافی، به شناسایی منشأ تغییرات کمک می‌کند.

همکاری با Tata Steel Tubes Nederland

در هجدهم مارس ۲۰۲۶، Holland Sensor و Tata Steel Tubes Nederland از امضای توافق همکاری برای بررسی کاربرد Mizu Sensor در پایش برخط غلظت فلزات در جریان‌های آب صنعتی خبر دادند. این توافق در رویداد Aqua Nederland رسمی شد. بر اساس اطلاعیه منتشرشده، همکاری دو شرکت بر اعتبارسنجی عملکرد حسگر در سامانه‌های پیچیده آب صنعتی Tata Steel و توسعه کاربردهای قابل گسترش آن متمرکز است.

این اطلاعیه درباره آغاز همکاری و هدف‌های فنی آن است و نباید به‌عنوان اعلام نصب گسترده، تأیید نهایی عملکرد یا دستیابی قطعی به صرفه‌جویی مشخص تعبیر شود. تفاوت میان توافق ارزیابی، اجرای آزمایشی و استقرار تجاری برای بررسی بلوغ فناوری اهمیت دارد.

حضور یک تولیدکننده صنعتی در فرایند ارزیابی می‌تواند شرایطی فراهم کند که محصول در مواجهه با نوسان کیفیت آب، الزامات نگهداری و نیازهای عملیاتی واقعی سنجیده شود. برای توسعه‌دهنده فناوری، چنین بازخوردی در اصلاح طراحی، تعیین مشخصات عملکرد و آماده‌سازی محصول برای مشتریان دیگر اهمیت دارد.

تجربه عملی؛ از فرودگاه Schiphol تا کارخانه فولاد

بر اساس تاریخچه منتشرشده در وب‌سایت Holland Sensor، این شرکت در سال ۲۰۱۷ به‌عنوان مجموعه‌ای مستقل در گروه Holland Environment شکل گرفت و نخستین نصب‌های تجاری حسگرهای آن در سال ۲۰۲۱ در مکان‌هایی از جمله فرودگاه Schiphol انجام شد. این سابقه نشان می‌دهد که توسعه فناوری پیش از همکاری با Tata Steel نیز از مرحله نمونه اولیه فراتر رفته بود؛ هرچند کاربردهای پیشین را نباید معادل عملکرد اثبات‌شده در سامانه‌های آب فولادسازی دانست.

تجربه همکاری با Tata Steel Tubes Nederland از آن جهت اهمیت دارد که شرکت فولادی درباره استفاده عملی از داده‌ها نیز توضیح داده است. کوئن هانس، مدیر کیفیت Tata Steel، در اطلاعیه مشترک مارس ۲۰۲۶ اعلام کرد که با به‌کارگیری حسگرهای Holland Sensor، اطلاعات کیفیت آب اکنون مستقیماً و به‌صورت برخط در دسترس است؛ درحالی‌که پیش‌تر دریافت نتیجه اندازه‌گیری مستلزم انتظار بود. به گفته او، دسترسی پیوسته به داده‌ها امکان پایش مستمر و واکنش سریع‌تر در مواقع ضروری را فراهم کرده است. این اظهارنظر، تجربه گزارش‌شده از سوی بهره‌بردار صنعتی است و نباید به‌عنوان نتیجه یک مطالعه مستقل درباره میزان دقت یا صرفه‌جویی اقتصادی تعبیر شود.

یاکوب گرکما، مدیرعامل Tata Steel Tubes Nederland، نیز در همان اطلاعیه بر نقش داده‌های برخط در تصمیم‌گیری سریع‌تر و بهبود مستمر مدیریت آب تأکید کرده است. از سوی دیگر، وینسنت فان لار از Holland Sensor همکاری با Tata Steel را فرصتی برای اعتبارسنجی Mizu Sensor در یکی از محیط‌های دشوار آب صنعتی و آماده‌سازی کاربردهای گسترده‌تر معرفی کرده است. این دو دیدگاه نشان می‌دهند که پروژه هم برای بهره‌بردار فولادی و هم برای توسعه‌دهنده فناوری، جنبه عملیاتی و یادگیری فنی دارد.

فناوری حسگر بر پایه الکترودهای الماس آلاییده با بور، موسوم به BDD، توسعه یافته است. شرکت می‌گوید این ساختار برای اندازه‌گیری الکتروشیمیایی فلزات در غلظت‌های پایین و در آب‌های صنعتی پیچیده طراحی شده است. در سبد محصولات فعلی، Mizu Flex راهکار قابل حمل برای اندازه‌گیری در محل است، Mizu Bench برای اعتبارسنجی در محیط

کنترل‌شده کاربرد دارد و Mizu Fix به‌عنوان راهکار ثابت و درون‌خطی هنوز در مرحله توسعه معرفی می‌شود. تمایز این سه محصول برای تفسیر درست تجربه‌های عملی ضروری است؛ زیرا همه آن‌ها را نمی‌توان سامانه‌های ثابت مستقرشده در مقیاس صنعتی دانست.

در نمایشگاه Aqua Nederland سال ۲۰۲۶ نیز Holland Sensor نمونه‌های زنده اندازه‌گیری فلزات را به نمایش گذاشت. این نمایش‌ها نشانه‌ای از قابلیت ارائه و آزمون فناوری در برابر مخاطبان صنعتی هستند، اما به‌تنهایی شواهد عملکرد بلندمدت در یک کارخانه محسوب نمی‌شوند.

چرا صنعت فولاد به این داده‌ها نیاز دارد؟

واحدهای فولادی با جریان‌های آبی متفاوتی سروکار دارند و الزامات کیفیت آب در همه نقاط یکسان نیست. برخی مدارها برای خنک‌کاری تجهیزات استفاده می‌شوند و برخی جریان‌ها پس از تماس با مواد و سطوح صنعتی به تصفیه نیاز دارند. انتخاب شاخص‌های پایش باید بر اساس ماهیت فرایند، ریسک آلودگی و مقررات قابل اجرا انجام شود.

غلظت فلزات در بعضی جریان‌ها می‌تواند یکی از شاخص‌های مهم کنترل باشد. اندازه‌گیری پیوسته، اگر از نظر فنی قابل اعتماد باشد، به بررسی روند تغییرات و ارزیابی اثربخشی اقداما ت کنترلی کمک می‌کند. برای نمونه، افزایش ناگهانی یک شاخص ممکن است نیاز به بررسی بیشتر ایجاد کند؛ اما علت آن را نمی‌توان صرفاً از یک داده منفرد تشخیص داد.

به همین دلیل، کاربرد صنعتی حسگر باید با روش مشخص واکنش به هشدار همراه باشد. مسئول پایش، حدود اقدام، شیوه تأیید نتیجه و نحوه ثبت اقدامات اصلاحی باید از پیش تعریف شوند. بدون چنین سازوکاری، افزایش حجم داده‌ها الزاماً به بهبود عملکرد منجر نمی‌شود.

چالش‌های توسعه محصول در محیط کارخانه

آب صنعتی ممکن است دارای ذرات معلق، تغییرات دما، نوسان اسیدیته و ترکیباتی باشد که بر روش اندازه‌گیری اثر می‌گذارند. عملکرد حسگر در چنین شرایطی باید با آزمون‌های تکرارپذیر و مقایسه با روش مرجع بررسی شود. افزون بر دقت اندازه‌گیری، پایداری در طول زمان، نیاز به تمیزکاری، دوره کالیبراسیون و هزینه نگهداری نیز برای خریدار صنعتی تعیین‌کننده است.

مسئله دیگر یکپارچگی داده‌هاست. نتایج حسگر باید با زمان ثبت، محل اندازه‌گیری و شرایط عملیاتی همراه باشند تا امکان تحلیل قابل اتکا فراهم



شود. اتصال به سامانه‌های کنترل و مدیریت اطلاعات کارخانه نیز مستلزم توجه به امنیت سایبری و مسئولیت دسترسی به داده‌هاست.

برای یک شرکت فناور کوچک، عبور از این مراحل به معنای تبدیل یک قابلیت فنی به محصولی قابل استفاده در محیطی با الزامات سخت‌گیرانه است. همکاری با بهره‌بردار صنعتی می‌تواند فاصله میان عملکرد آزمایشگاهی و نیازهای واقعی مشتری را روشن‌تر کند.

از پایش آب تا مدیریت مبتنی بر داده

نمونه Holland Sensor نشان می‌دهد که نوآوری در زنجیره فولاد لزوماً به فناوری ذوب یا تولید مستقیم فلز محدود نیست. زیرساخت‌های پشتیبان کارخانه، از جمله مدیریت آب، نیز زمینه توسعه محصولات تخصصی هستند. در این حوزه، مزیت بالقوه فناوری در دسترسی سریع‌تر به داده‌های قابل اعتماد و استفاده از آن‌ها برای تصمیم‌های عملیاتی است.

مسیر تجاری‌سازی Mizu Sensor در صنعت فولاد به نتایج اعتبارسنجی، تطبیق با شرایط سایت و توجیه اقتصادی وابسته خواهد بود. توافق اعلام‌شده با Tata Steel Tubes Nederland گامی در مسیر بررسی این کاربرد است، نه شاهدی بر پایان آن. در نهایت، معیار ارزش‌گذاری چنین فناوری‌هایی کیفیت داده، پایداری عملکرد و میزان کمکی است که به کنترل فرایند و انطباق زیست‌محیطی می‌کنند.

یارا رسانه

از ایده تا اثر

با یارا رسانه

رشد کسب و کار شما

هوش مصنوعی

قدرت هوش مصنوعی

- تولید محتوا
- ویدئو تبلیغاتی
- دستیار هوشمند
- خودکارسازی بازاریابی

خلاقیت تبلیغاتی

خدمات

- طراحی وب سایت
- سئو (SEO)
- شبکه های اجتماعی
- برندینگ
- تبلیغات چاپی و محیطی

استراتژی بازار

ایده تان را با ما در میان بگذارید.

۰۹۱۲۱۸۵۳۶۹۵

۰۲۱-۲۲۷۷۹۳۴۰ تهران، پاسداران، گلستان پنجم، پلاک ۲۰۹

www.yararasaneh.com

@yararasaneh

Iran's Industry Ministry Announces End of Steel Slab and Sheet Export Restrictions

Iran's Ministry of Industry, Mine and Trade announced the end of temporary restrictions on exports of steel slabs and sheets in a letter to the export and import regulations office, according to a report published by Chilan on June 6, 2026.

The ministry said the restrictions had been imposed as a targeted, temporary measure to prioritize domestic supply and protect strategic resources under sensitive conditions.

The letter stated that the specified restriction period had ended and exports of the affected products were once again permitted.

Reuters had reported on April 27 that Iran had suspended exports of slabs and sheets until May 30. Citing Iranian media, Reuters linked the measure to damage to parts of the country's steel infrastructure and concerns over domestic supply.

The restriction period ended on May 30, and the ministry's announcement was reported on June 6.

The published letter did not provide updated export volumes, inventory figures or the number of shipments cleared following the change.



Mobarakeh Steel reports attack on power and steelmaking facilities

Mobarakeh Steel's Communications Department reported that part of the complex's power facilities and steelmaking workshop were attacked on the afternoon of Friday, Farvardin 7. Safety, firefighting, and technical teams arrived at the site and began assessing the damage and securing the area. Officials said the situation was under control.

Initial reports said one employee had been killed and two people injured. A few hours later, the number of injured was revised to 16. Three of them were transferred to hospital for further treatment. The other injured people also received medical care at relevant facilities.

Technical assessments indicated that the attack had damaged areas beyond the power facilities and steelmaking workshop. The damaged sites included the 914-megawatt Shahid Haj Ahmad Kazemi combined-cycle power plant, Mobarakeh Steel's older 250-megawatt power plant, several direct-reduction modules, and part of the steelmaking workshop. Officials said assessments of the technical impact and extent of the damage were continuing, and that further details would be released once the review was complete.

Another attack on the complex was reported on the evening of Farvardin 11. Several locations were targeted, and initial assessments indicated damage to production units.



by Majid Shafti

Rebuilding the ability to deliver

Spring 1405 places continuity at the centre of Iran's steel discussion. A plant needs functioning equipment, reliable information and skilled people to turn available capacity into output. It also needs a realistic connection between that output and customer commitments.

Mobarakeh's 27 March communication reported an attack affecting parts of its power infrastructure and steelmaking workshop. The initial statement identifies affected areas; it does not establish a complete technical damage assessment or a firm recovery schedule. Later claims must be assessed against their own dated evidence.

The domestic section also follows the announced programme involving Mobarakeh and IMIDRO to supply automotive sheet. An industrial customer needs the correct grade, dimensions, quality and delivery timing. Aggregate availability alone does not answer those requirements. The programme's result needs to be followed through actual deliveries.

International conditions make disciplined planning more important. Worldsteel's April outlook anticipates limited global demand growth in 2026 and stronger growth in 2027, while explicitly discussing conflict–related uncertainty. The OECD's June report warns about further excess capacity. These are dated forecasts and assessments, not guarantees about a particular market.

The main feature proposes beginning recovery planning with operational dependencies. A repaired unit may still wait for power, control systems or material handling. The management task is to bring specialist assessments into a sequence that restores a usable production process. Completing many isolated jobs is not the same as recovering dependable output.

Information is part of that capability. Approved drawings, equipment specifications and change records need a clear reference version. A backup is useful when the necessary information can actually be recovered and used. Dependence on one person or an unavailable application can limit that value.

AI tools may help retrieve documents, but a confident answer cannot establish that a drawing is current or applicable to the equipment concerned. Users need to see the underlying reference and its status. Missing information should lead to review rather than an invented technical answer.

The environmental feature asks how replacement decisions can consider lower consumption without losing sight of the whole process. A component's catalogue performance is not a complete plant comparison. Output quality, operating conditions, maintenance and the opportunity for implementation all belong in the assessment.

People complete the recovery plan. Changes in equipment or procedures must be explained before responsibilities are handed over. Training needs to demonstrate that a task can be performed, while preserving experienced workers' ability to raise questions and report uncertainty.

For innovative suppliers, urgent industrial needs can create an opening. Sustainable cooperation still depends on agreed specifications, acceptance evidence and support after delivery. A successful prototype and a repeatable industrial service are different stages.

The issue argues for recovery that is both practical and accountable. Clear priorities, traceable information and honest delivery estimates help restore the relationship between the plant and its customers. They also create a stronger basis for the next investment decision.

STEEL WORLD REVIEW MONTHLY MAGAZINE

Year 03 | No. 07 | Apr-Jun 2026

Concessioner&Directorresponsible
Peyvand Shafti
ceo@steelworldreview.com

Editor
Majid Shafti

Art Director&PrintingSupervision
Mehdi Kamkar

Graphic Dep.
Erfan Parsa

Photographer
Abdollah Moradi

MarketingManager
Hasti Eyvani
marketing@steelworldreview.com

Printing
Noghreh Abi

Internet&Socialmedia
Dina Sehat, Rasoul Mohammadkhani

MarketingManager
Hasti Ivani
marketing@steelworldreview.com
+989121853695

Email
info@steelworldreview.com

Website
www.steelworldreview.com

Telegram
steelworldreview

Instagram
steel.world.review

Linkedin
steelworldreview

Address
No. 31, 9rd Floor, 5th Golestan St. (mosavi St.), Pasdaran, Tehran, Iran
Tel: +982122779340

STEEL WORLD REVIEW, in compliance with the «Consolidated law on privacy», guarantees the confidentiality of the data used for subscriptions and for the typical purposes of the specialized press and the possibility of modifying or deleting them. All reproduction and translation rights of published articles are confidential. Even partial reproduction is prohibited without the Publisher›s authorization. Manuscripts, drawings, photographs, and other material sent to the editorial office, even if not published, will not be returned. The Management does not assume responsibility for the opinions expressed by the authors of the editorial and advertising texts.

We are "Steel World Review"

Steel World Reviewmagazine is Iran's first specialized publication dedicated comprehensively to the steel industry, with a focus on covering digital technologies and modern advancements in this sector. At a time when digitalization, smart manufacturing, and the adoption of new technologies are rapidly expanding in steel plants worldwide, the need to reflect these developments, examine the role of startups, showcase technological progress, and explore solutions for reducing environmental pollution is felt more than ever.

The third issue of the magazine, aiming to provide a clear outlook on the future of the steel industry, offers analysis of the latest global achievements and trends, introduces successful digital projects in steel plants in Iran and abroad, and examines technological solutions to improve productivity and reduce environmental impacts.

Steel World Review serves as a platform for knowledge transfer, experience sharing, and synergy among experts, researchers, and stakeholders in the steel industry; a publication that, on the path of Steel 4.0 and the Fourth Industrial Revolution, stands as the voice of progress and transformation in this sector.

CONTENTS

EDITORIAL **Rebuilding the ability to deliver** 35

WORLD NEWS 34

گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP



JSK

جهان صنعت کرمانشاه

Jahan Sanat Kermanshah Co.

تولیدکننده قطعات و ماشین آلات صنعتی
(نورد - ذوب)

- تولیدکننده قطعات و ماشین آلات صنعتی (نورد - ذوب)
- تولید محصولات قابل رقابت با برندهای مطرح دنیا
- بومی سازی تولید ماشین آلات صنعتی

www.jahansanat-co.com
jahansanatkermanshah
jahan sanat kermanshah

دفتر مرکزی: تهران، پاسداران، نگارستان هفتم، شماره ۲۵
تلفکس: ۰۲۱ ۲۲۸۴۱۴۶۰

کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین
تلفکس: ۰۸۳ ۴۵۸۵۲۵۴۴

تلفن دفتر فنی: ۰۸۳ ۴۵۸۵۲۵۴۲

STEEL WORLD REVIEW
Year 03 ▸ Issue 07 ▸ Apr ~ Jun 2026 ▸ www.steelworldreview.com

