ISSN 3060-7493

گزیده جهان فولاد

ماهنامه تخصصی صنعت فولاد ◂ شماره پنجم ◂ مهر- آذر ۱۴۰۴ ◂ قیمت ۳۷۰،۰۰۰ تومان



ما را در وب و شبکه‌های اجتماعی جستجو کنید: @steelworldreview

- مدیریت انرژی؛ سنجش پیش از صرفه‌جویی
- هوش مصنوعی چگونه عیوب سطحی فولاد را شناسایی می‌کند؟
- آب در فولادسازی؛ از مصرف تا تاب‌آوری

در این شماره می‌خوانید:

- کیفیت قراضه؛ حلقه پنهان فولادسازی ثانویه
- کارکنان را برای استفاده از فناوری آماده کنیم
- ردیابی بار از شناسه محصول آغاز می‌شود
- طرح آزمایشی صنعتی باید پایان و معیار پذیرش داشته باشد



گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

جهان فولاد غرب
Jahan Foulad Gharb Co.

تولیدکننده انواع مقاطع فولادی

"گامی بزرگ در مسیر خودکفایی
تولید تیرآهن H سایز 10"

TÜV INTER CERT SAAR

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

کارخانه: کرمانشاه، کیلومتر ۳۵ جاده هرسین
تلفن: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۵۸-۶۱ فکس: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۵۵

دفتر فروش: ۰۸۳-۴۵۸۵۲۵۴۸-۵۱

jahanfoulad
jahanfouladgharb
www.jahanfoulad-co.com

گزیده جهان فولاد
ماهنامه تخصصی صنعت فولاد

سال دوم | شماره ۵ | مهر- آذر ۱۴۰۴

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

زیر نظر شورای سردبیری

ویراستار و دبیر گزارش های علمی
مجید شفتی

مدیر هنری و ناظر چاپ
مهدی کامکار

گروه گرافیک
عرفان پارسا، دینا صحت قول نیکو

عکاس
عبدالله مرادی

مدیر بازاریابی
هستی ایوانی
marketing@steelworldreview.com
همراه: ۰۹۹۱۸۳۱۷۷۱۳

چاپ و صحافی
نقره آبی

وب سایت و شبکه های 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، خیابان فرخی یزدی، خیابان سوادکوهی، پلاک ۲۳، طبقه سوم
تلفن: ۲۶۷۱۲۵۸۵-۰۲۱

نشریه گزیده جهان فولاد، با رعایت «قانون تلفیقی حریم خصوصی»، محرمانه بودن داده های مورد استفاده برای اشتراک ها و برای اهداف معمول مطبوعات تخصصی و امکان اصلاح یا حذف آنها را تضمین می کند.
کلیه حقوق تکثیر و ترجمه مقالات منتشر شده محرمانه است. حتی تکثیر جزئی بدون مجوز ناشر ممنوع است. دست نوشته ها، نقاشی ها، عکس ها و سایر مطالبی که به تحریریه ارسال شده باشد، حتی اگر منتشر نشده باشند، مسترد نمی شوند. مدیریت هیچ مسئولیتی در قبال نظرات بیان شده توسط نویسندگان متون سرمقاله و تبلیغاتی ندارد.

فهرست

[سرمقاله] هوش مصنوعی از کجای کارخانه آغاز می کند؟ ۳

اخبار ۴

[گزارش] بهره وری را با یک عدد نسنجیم ۸

[گزارش] پروژه دیجیتال را از یک مشکل مشخص آغاز کنیم ۱۰

[گزارش] مدیریت انرژی؛ سنجش پیش از صرفه جویی ۱۲

[گزارش] کیفیت محصول از تعریف نیاز مشتری آغاز می شود ۱۴

[تحولات دیجیتال] چشم دیجیتال خط تولید؛ هوش مصنوعی چگونه عیوب سطحی فولاد را شناسایی می کند؟ ۱۶

[تحولات دیجیتال] هشدار هوش مصنوعی چه زمانی به درد خط می خورد؟ ۱۸

محیط زیست

- برای ادعای تولید فولاد کم کربن، پرونده محصول لازم است ۲۰
- آب در فولادسازی؛ از مصرف تا تاب آوری ۲۲
- کیفیت قراضه؛ حلقه پنهان فولادسازی ثانویه ۲۴

[حمل و نقل] ردیابی بار از شناسه محصول آغاز می شود ۲۶

[منابع انسانی] کارکنان را برای استفاده از فناوری آماده کنیم ۲۸

[رویداد] از نمایشگاه با چه دستاوردی برگردیم؟ ۳۰

[استارت آپ] طرح آزمایشی صنعتی باید پایان و معیار پذیرش داشته باشد ۳۲

فهرست آگهی ها

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





گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

سیما فولاد جهان
SIMA FOULAD JAHAN Co.

www.sfjsteel.com
simafouladjahan
simafouladjahan

بیست و دومین نمایشگاه بین المللی
ایران متافو
محل دائمی نمایشگاه های بین المللی تهران
۲۹ آبان لغایت ۲ آذر ۱۴۰۴
سالن **38B** غرفه **D02**

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

◄ مجید شفتی

هوش مصنوعی از کجای کارخانه آغاز می‌کند؟

دستگاه، داده تولید می‌کند؛ نرم‌افزار، نمودار می‌سازد؛ اما تصمیم هنوز به همان روش گذشته گرفته می‌شود. این فاصله را نمی‌توان فقط با خرید سامانه‌ای تازه از میان برد. تحول دیجیتال زمانی برای کارخانه ارزش دارد که یک مشکل مشخص را حل کند: عیب زودتر شناخته شود، سابقه تجهیزات سریع‌تر پیدا شود یا سفارش با خطای کمتری به مشتری برسد.

در پاییز ۱۴۰۴، خبر همکاری‌های تازه در حوزه هوش مصنوعی، از توجه صنعت به این موضوع حکایت دارد. چنین همکاری‌هایی می‌توانند راه ارتباط متخصصان و کارخانه را باز کنند. نتیجه صنعتی، در مرحله بعد و با اجرای پروژه‌ای مشخص معلوم می‌شود.

برای آغاز، شاید مهم‌ترین پرسش همین باشد: قرار است چه کاری بهتر انجام شود؟ پاسخ «هوشمندسازی کارخانه» بسیار کلی است. اما کاهش خطای تشخیص عیب سطحی یا کوتاه‌کردن زمان بازیابی سوابق تعمیر، موضوعی است که می‌توان درباره داده، هزینه و نتیجه آن گفت‌وگو کرد. هرچه مسئله روشن‌تر باشد، انتخاب راهکار نیز سنجیده‌تر خواهد بود.

کارکنان خط باید در این انتخاب حضور داشته باشند. کسی که هر روز با تجهیزات کار می‌کند، تفاوت میان وضعیت عادی و نشانه‌ای نگران‌کننده را می‌شناسد. تحلیلگر داده نیز می‌تواند این تجربه را به الگویی قابل بررسی تبدیل کند. کنار هم قرارگرفتن این دو تخصص، احتمال انتخاب مسئله درست را بیشتر می‌کند.

مدیریت در این میان مسئولیتی فراتر از تصویب بودجه دارد. تیم پروژه به وقت، اختیار و امکان گزارش صادقانه نیاز دارد. اگر هر نتیجه نامطلوب به عنوان شکست افراد تلقی شود، گزارش‌ها به سمت نمایش موفقیت می‌روند. آزمایش باید بتواند نشان دهد که یک راهکار مناسب نیست؛ وگرنه کمکی به انتخاب نمی‌کند.

- سنجه موفقیت باید پیش از آغاز انتخاب شود.
- کاهش زمان تشخیص یا افت ضایعات تنها وقتی معنا دارد که خط پایه و بازه مقایسه ثبت شده باشد.
- تغییر خوراک، تعمیر هم‌زمان یا ترکیب سفارش باید در تحلیل لحاظ شود وگرنه سهم مدل از تغییر نتیجه روشن نخواهد بود.
- کیفیت داده بخشی از کیفیت تصمیم است.
- ساعت‌های ناهماهنگ، شناسه‌های متفاوت یا خرابی حسگر می‌تواند الگویی بسازد که در عمل وجود ندارد.
- پیش از آموزش، منشأ، پوشش و موارد مفقود داده بررسی شود.
- مستندسازی این محدودیت‌ها اعتماد به نتیجه را بالا می‌برد.
- آزمون اولیه را می‌توان به یک دستگاه یا خانواده محصول محدود کرد.
- این دامنه کوچک امکان مقایسه دقیق‌تر می‌دهد و بازگشت به روش پیشین را آسان می‌کند.
- برای هر هشدار باید مسئول رسیدگی، مهلت پاسخ و شواهد لازم برای اقدام روشن باشد.
- مدل پس از استقرار هم نیازمند پایش است.
- تغییر ماده اولیه، سرعت خط یا شرایط محیطی می‌تواند داده تازه را از دامنه آموزش دور کند.
- کاربران باید بدانند کجا به پیشنهاد سامانه اتکا نکنند و چگونه خطا را گزارش دهند.
- نظارت انسانی در تصمیم‌های حساس ضروری است.
- حکمرانی داده باید از طراحی آغاز شود.
- سطح دسترسی، محل نگهداری، دوره حذف و ثبت تغییرات مدل باید معلوم باشد.
- اطلاعات محرمانه مشتری نباید بدون مجوز در ابزار بیرونی بارگذاری شود.
- مسئول تصمیم عملیاتی نیز باید نامشخص نماند.
- اتصال سامانه‌ها، نگهداری حسگر، آموزش، امنیت و وقت کارکنان هم باید محاسبه شوند.
- اگر منفعت تنها در سناریوی خوش‌بینانه مثبت است، توسعه سراسری شتاب‌زده خواهد بود.
- اپراتور نشانه فرایند را می‌شناسد، متخصص داده الگو را می‌سنجد و مدیر امکان اجرای تصمیم را فراهم می‌کند.

برای همین، تصمیم درباره گسترش سامانه باید پس از سنجش اثر آن بر ایمنی، کیفیت و زمان پاسخ‌گویی گرفته شود، نه با تکیه بر هیجان.

پرونده این شماره به همین مسیر می‌پردازد: از تعریف مسئله و آماده کردن داده تا آزمون، آموزش و استفاده روزمره. هدف آن است که بحث فناوری به زبان کار کارخانه نزدیک شود. آینده دیجیتال فولاد را تعداد نمایشگرها تعیین نمی‌کند؛ توان سازمان در استفاده از اطلاعات برای تصمیم بهتر است که اهمیت دارد.

اصلاح سازوکار عرضه ارز صادراتی فولاد؛ تالار دوم در کانون توافق دولت و تولیدکنندگان

دکتر بهرام سبحانی، رئیس انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، از توافق با بانک مرکزی برای عرضه بخشی از ارز صادراتی فولادسازان در تالار دوم مرکز مبادله ارز و طلا خبر داد. به گفته او، این تفاهم با پیگیری انجمن و تلاش وزیر صنعت، معدن و تجارت حاصل شده است.

بر اساس این توافق، صادرکنندگان محصولات نوردی، شامل مقاطع طویل و ورق‌های سرد و پوشش‌دار، می‌توانند تا ۸۰ درصد ارز صادراتی خود را در تالار دوم عرضه کنند و ۲۰ درصد باقی‌مانده را به تالار اول ببرند. سهم تالار دوم برای صادرکنندگان شمش و اسلب فولادی ۶۰ درصد، آهن اسفنجی ۵۰ درصد، گندله سنگ‌آهن ۳۰ درصد و کنسانتره سنگ‌آهن ۲۰ درصد تعیین شده است.

سبحانی یادآور شد که پیش از این، تولیدکنندگان زنجیره فولاد موظف بودند تمام ارز صادراتی خود را در تالار اول عرضه کنند. به گفته او، این الزام در شرایطی اعمال می‌شد که برخی دیگر از صادرکنندگان از روش‌هایی مانند کارت‌های یک‌بارمصرف یا تهاتر قانونی در برابر واردات کالاهای دیگر برای رفع تعهد ارزی استفاده می‌کردند. این تفاوت در دسترسی به بازار، نارضایتی فولادسازان را در پی داشت.

رئیس انجمن تولیدکنندگان فولاد گفت انجمن به نمایندگی از تولیدکنندگان، پیامدهای این وضعیت، از جمله کاهش صادرات و بازگشت ارز به کشور را پیگیری کرده است. او افزود بیش از ۵۰ درصد فولاد تولیدی کشور به صادرات نیاز دارد و شرکت‌های فولادی، به‌عنوان



صادرکنندگان دارای هویت حقوقی مشخص، باید کل ارز حاصل از صادرات را مطابق مقررات بانک مرکزی بازگردانند و عرضه کنند.

وی ابراز امیدواری کرد عرضه ارز فولادسازان در تالار دوم با نرخ حاشیه بازار، انگیزه صادرات را افزایش دهد و ورود ارز به چرخه اقتصادی کشور را بیشتر کند.

دشتیانه خواستار اصلاح سیاست‌های صنعت فولاد شد

احسان دشتیانه، عضو هیئت‌مدیره انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، در جلسه هیئت نمایندگان اتاق ایران در ۲۷ مهر ۱۴۰۴، محدودیت انرژی، سیاست‌های ناپایدار دولت و مشکلات ارزی را از چالش‌های صنعت فولاد برشمرد و خواستار اصلاح سیاست‌های تولید، صادرات و حمایت از این صنعت شد.

او گفت ایران در تولید فولاد رتبه هشتم یا نهم جهان را دارد و فاصله تولید آن با آلمان حدود سه میلیون تن است. به گفته دشتیانه، محدودیت گاز و برق تولید و صادرات را کاهش داده است.

او همچنین اظهار کرد هر شغل مستقیم فولاد حدود ۲۰ شغل غیرمستقیم ایجاد می‌کند و سهم اشتغال مستقیم و غیرمستقیم این صنعت حدود هشت درصد اشتغال کشور است.

دشتیانه با اشاره به سیاست‌های ناپایدار و تصمیم‌های روزانه دولت گفت این شرایط برنامه‌ریزی بلندمدت را دشوار کرده است. او افزود سهم صنعت فولاد از تولید ناخالص داخلی، که در سال‌های گذشته ۳۳ درصد بوده، به ۱۲ درصد رسیده و پیش‌بینی می‌شود تا پایان سال جاری به هشت درصد کاهش یابد.

او ارزش تولید ازدست‌رفته در فروردین امسال به‌دلیل محدودیت برق و گاز را ۱۴ میلیارد دلار اعلام کرد. به گفته او، صنعت فولاد سالانه حدود ۱۳۰ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌کند و سهم آن از مصرف برق کشور حدود هفت درصد است.

دشتیانه همچنین از افزایش حدود ۱۳۰ درصدی قیمت گاز از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۴، فروش محصولات با نرخ ارز رسمی حدود ۷۰ هزار تومان و خرید مواد اولیه با دلار آزاد حدود ۱۱۰ هزار تومان انتقاد کرد. او گفت ۶۵ درصد صادرات فولاد را واحدهای غیرتولیدی انجام می‌دهند. انجمن فولاد در نامه‌ای به دولت خواستار اصلاح هماهنگ سیاست‌های زنجیره تولید و صادرات شده است.



رفع محدودیت گاز فولادسازان در آذر؛ آغاز مدیریت هدفمند مصرف از دی‌ماه

معاون برنامه‌ریزی و توسعه محیط کسب‌وکار وزارت صنعت، معدن و تجارت از رفع محدودیت گاز صنایع فولاد و پتروشیمی صادرات‌محور در آذرماه خبر داد و گفت مدیریت هدفمند مصرف از ابتدای دی‌ماه آغاز می‌شود.

شجاعی اعلام کرد شرکت ملی گاز در روزهای ۲۷ و ۲۸ آبان، مصرف کل صنایع فولادی کشور را به ۳۴ میلیون مترمکعب در روز محدود کرده بود. به گفته او، این تصمیم به اعمال محدودیت ۲۵ درصدی انجامید و در واحدهای بزرگ فولادی اجرا شد. او افزود در جلسه اخیر کارگروه ملی بهینه‌سازی تقاضای گاز و برق که با حضور رئیس‌جمهور برگزار شد، موضوع محدودیت‌ها بررسی شد. رئیس‌جمهور دستور داد در آذرماه محدودیتی برای صنایع صادرات‌محور اعمال نشود.

بر این اساس، مصوبه کارگروه مقرر می‌کند صنایع فولاد و پتروشیمی صادرات‌محور در این ماه با محدودیت گاز روبه‌رو نشوند.

شجاعی با اشاره به ناترازی برق در شش ماه نخست سال، شرایط خاص دوران جنگ و فضای فعلی «نه جنگ و نه صلح» گفت رکود دو ماه اخیر در گزارش‌های شامخ و آمار تولید و مصرف صنایع بورسی مشهود است. به گفته او، رفع محدودیت‌ها در نیمه دوم سال فرصتی برای جبران عقب‌ماندگی تولید و ارزآوری فراهم می‌کند؛ فولاد و پتروشیمی نیز سهم بالایی در صادرات غیرنفتی دارند.

او گفت تولید گاز کشور تقریباً در سطح سال گذشته مانده، اما مصرف سالانه بیش از پنج درصد رشد کرده است؛ بنابراین احتمال ناترازی در دی و بهمن وجود دارد. وزارت صمت برنامه جامع مدیریت مصرف را برای بررسی و تصویب به کارگروه ملی ارائه کرده است. این برنامه بر حفظ پایداری تولید، زمان‌بندی تعمیرات اساسی و دوره‌ای و کاهش آسیب ناترازی گاز به زنجیره تولید و صادرات تمرکز دارد.



افت تولید محصولات فولادی هم‌زمان با تداوم واردات ورق

آمار انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران از تولید هشت‌ماهه سال ۱۴۰۴ نشان می‌دهد حجم تولید کل محصولات فولادی کشور نسبت به مدت مشابه سال گذشته ۱.۱ درصد کاهش یافته، اما تولید محصولات میانی ۵.۴ درصد افزایش داشته است. در همین دوره، تولید آهن اسفنجی ۸.۱ درصد و کنسانتره سنگ‌آهن ۸.۲ درصد رشد کرد و تولید گندله سنگ‌آهن تقریباً ثابت ماند.

افزایش دمای هوا در پاییز امسال نسبت به سال گذشته و اعمال‌نشدن محدودیت گاز برای فولادسازان در مهر و آبان، از عوامل رشد تولید فولاد میانی عنوان شده است. در مقابل، تولید تیرآهن ۲۷.۴ درصد کاهش یافت؛ کاهشی که عمدتاً به تغییرات خطوط تولید ذوب‌آهن اصفهان نسبت داده شده است. کاهش تولید انواع ورق فولادی نیز به رکود بازار، موانع صادراتی و تداوم واردات ارزیابی شده است.

واردات محصولات فولادی در هشت‌ماهه سال ۱۴۰۴ از نظر حجم ۴۲ درصد و از نظر ارزش ۳۶ درصد نسبت به مدت مشابه سال قبل کاهش یافت. با این حال، بیش از ۹۳ درصد واردات این محصولات به ورق اختصاص داشت و ارزش ورق‌های وارداتی حدود ۶۰۰ میلیون دلار بود، در حالی که در ضرورت این واردات انجام شده ابهامات اساسی وجود دارد چرا که بیش از ۵۵ درصد ظرفیت تولید کشور در ورق سرد و حدود ۷۰ درصد در ورق گالوانیزه خالی است.



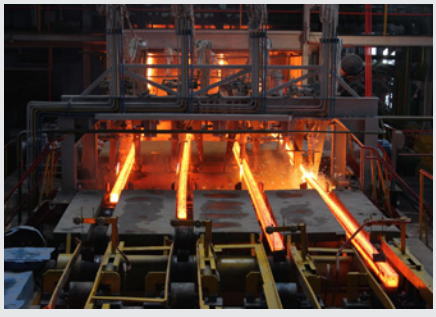
worldsteel برای سال ۲۰۲۶ رشد محدود تقاضا را پیش‌بینی کرد

انجمن جهانی فولاد پیش‌بینی می‌کند تقاضای جهانی فولاد در سال ۲۰۲۵ تقریباً بدون تغییر نسبت به سال ۲۰۲۴، حدود یک میلیارد و ۷۴۹ میلیون تن باشد. بر اساس تازه‌ترین چشم‌انداز کوتاه‌مدت این انجمن که ۱۳ اکتبر ۲۰۲۵ منتشر شد، تقاضا در سال ۲۰۲۶ با رشد ۱.۳ درصدی به حدود یک میلیارد و ۷۷۳ میلیون تن خواهد رسید. آلفونسو هیدالگو دِ کلسِرادا، رئیس کمیته اقتصادی انجمن جهانی فولاد، گفت با وجود تشدید جنگ تجاری جهانی و عدم‌قطعیت‌ها، انتظار می‌رود تقاضای فولاد در سال ۲۰۲۵ به کف برسد و در سال بعد رشد متوسطی را تجربه کند. تاب‌آوری اقتصاد جهانی، تداوم سرمایه‌گذاری عمومی در زیرساخت‌ها و تسهیل مورد انتظار شرایط تأمین مالی از عوامل پشتیبان این چشم‌انداز عنوان شده‌اند.

بر اساس پیش‌بینی انجمن، تقاضای فولاد چین در سال ۲۰۲۵ حدود ۲ درصد کاهش می‌یابد و افت آن در سال ۲۰۲۶ به یک درصد می‌رسد. در کشورهای در حال توسعه به‌جز چین، رشد تقاضا برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۲۶ به‌ترتیب ۳.۴ و ۴.۷ درصد برآورد شده است. تقاضای هند نیز در مجموع این دو سال حدود ۹ درصد رشد خواهد داشت.

تقاضای فولاد در کشورهای توسعه‌یافته در سال ۲۰۲۵ حدود ۰.۵ درصد کاهش می‌یابد؛ اما برای سال ۲۰۲۶ رشد ۱.۵ درصدی پیش‌بینی شده است. در اتحادیه اروپا و بریتانیا، رشد تقاضا به‌ترتیب ۱.۳ درصد در ۲۰۲۵ و ۳.۲ درصد در ۲۰۲۶ برآورد شده است. انجمن همچنین برای آمریکا در هر یک از این دو سال رشد ۱.۸ درصدی پیش‌بینی کرده است.

انجمن جهانی فولاد هشدار داده هزینه‌های بالای تولید، فشار بر توان خرید مصرف‌کنندگان، تنش‌های تجاری و نااطمینانی‌های ژئوپلیتیکی می‌توانند بر تقاضا اثر منفی بگذارند.



اصلاحات ساز و کار تعدیل کربن در مرز (CBAM) در اتحادیه اروپا نهایی شد

اصلاحیه مقررات سازوکار تعدیل کربن مرزی اتحادیه اروپا (CBAM) در روزنامه رسمی این اتحادیه منتشر شد. کمیسیون اروپا اعلام کرد این انتشار، مرحله پایانی فرایند تصویب رسمی اصلاحات است که به امضای پارلمان اروپا و شورای اتحادیه اروپا رسیده‌اند. این اصلاحات ۲۰ اکتبر ۲۰۲۵ اعلام شد و در قالب ابتکارهای قانون‌گذاری «Omnibus I» ارائه شده است.

بر اساس اعلام کمیسیون، هدف تدابیر ساده‌سازی، افزایش اثربخشی CBAM در جلوگیری از نشت کربن و کاهش اثر الزامات این سازوکار بر واردکنندگان و صادرکنندگان کوچک است.

یکی از محورهای اصلی بسته اصلاحی، تعیین آستانه معافیت ۵۰ تن برای کالاهای مشمول CBAM است. شرکت‌هایی که سالانه کمتر از ۵۰ تن از این کالاها وارد کنند، از تعهدات این سازوکار معاف خواهند بود. کمیسیون پیش‌بینی کرده است این معافیت حدود ۱۸۲ هزار واردکننده، عمدتاً بنگاه‌های کوچک و متوسط و اشخاص، را در برگیرد؛ در عین حال بیش از ۹۹ درصد انتشارهای مشمول CBAM همچنان پوشش داده می‌شود.

برای واردکنندگانی که در دامنه اجرای این سازوکار باقی می‌مانند، اصلاحات شامل تسهیل الزامات گزارش‌دهی و ساده‌سازی فرایند صدور مجوز برای اظهارکنندگان، محاسبه انتشارها و رعایت تعهدات مالی است. کمیسیون می‌گوید این تغییرات بارهای مقرراتی و اداری و هزینه‌های انطباق را کاهش می‌دهد و به‌ویژه برای بنگاه‌های کوچک و متوسط سودمند خواهد بود.

همچنین از سال ۲۰۲۷، کمیسیون می‌تواند برای کشورهای ثالثی که نظام قیمت‌گذاری کربن دارند، قیمت‌های پیش‌فرض کربن را تعیین کند، در ثبت CBAM در دسترس قرار دهد و روش محاسبه آن‌ها را منتشر کند.



جهان فولاد غرب، واحد نمونه استاندارد استان کرمانشاه شد

مجتمع جهان فولاد غرب، از شرکت‌های زیرمجموعه گروه صنعتی شُکری، در آیین تجلیل از واحدهای نمونه استاندارد استان کرمانشاه، به‌عنوان یکی از واحدهای تولیدی برتر استان در حوزه کیفیت و رعایت الزامات استاندارد معرفی و تقدیر شد؛ موفقیتی که نشان‌دهنده اهمیت نظام‌های کنترل کیفیت و استانداردسازی در توسعه صنعت فولاد غرب کشور است.

این مراسم روز چهارشنبه ۷ آبان ۱۴۰۴ با حضور استاندار کرمانشاه، رئیس پژوهشگاه سازمان ملی استاندارد ایران و جمعی از مسئولان استانی در هتل پارسیان کرمانشاه برگزار شد.

در این آیین، از عملکرد مجتمع جهان فولاد غرب در حوزه کیفیت محصولات و پایبندی به الزامات استانداردهای ملی قدردانی شد. این مجموعه با فعالیت در حوزه نورد گرم و تولید مقاطع فولادی، از واحدهای صنعتی فعال در زنجیره تولید گروه صنعتی شُکری به شمار می‌رود.

مهندس مصطفی احمدی‌پور، مدیرعامل مجتمع جهان فولاد غرب، در حاشیه این مراسم، دستیابی به این عنوان را حاصل تلاش مشترک کارکنان، متخصصان و مدیران مجموعه دانست و بر نقش استانداردسازی در ارتقای اعتبار تولیدکنندگان فولاد تأکید کرد.

وی همچنین از تأسیس دفتر استانداردسازی درون‌سازمانی و همکاری مستمر با اداره‌کل استاندارد استان کرمانشاه به‌عنوان بخشی از اقدامات این شرکت در مسیر تقویت فرهنگ کیفیت و تولید مسئولانه یاد کرد.

جهان فولاد غرب با ظرفیت اسمی تولید سالانه ۳۰۰ هزار تن، در زمینه تولید انواع تیرآهن‌های IPE، IPN و H فعالیت دارد. محصولات این مجتمع در بخش ساختمان و پروژه‌های عمرانی کاربرد دارند و این شرکت در کنار تأمین بازار داخلی، در حوزه صادرات نیز فعالیت می‌کند.



اتحادیه اروپا پیشنهاد افزایش تعرفه واردات فولاد به ۵۰ درصد را ارائه کرد

کمیسیون اروپا روز ۷ اکتبر ۲۰۲۵ طرح جدیدی برای حمایت از صنعت فولاد اتحادیه اروپا در برابر پیامدهای مازاد ظرفیت تولید جهانی ارائه کرد. بر اساس این پیشنهاد، حجم سالانه واردات فولاد بدون تعرفه به ۱۸.۳ میلیون تن محدود می‌شود و تعرفه واردات خارج از سهمیه از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.

طبق اعلام کمیسیون اروپا، سقف پیشنهادی واردات بدون تعرفه در مقایسه با سهمیه‌های سال ۲۰۲۴ حدود ۴۷ درصد کاهش خواهد یافت. این اقدام بخشی از برنامه اتحادیه اروپا برای مقابله با فشار واردات و حفظ ظرفیت تولید فولاد در کشورهای عضو است.

در طرح جدید، سازوکاری موسوم به «محل ذوب و ریخته‌گری» (Melt and Pour) نیز پیش‌بینی شده است که واردکنندگان را ملزم به ارائه اطلاعات درباره منشأ واقعی تولید فولاد می‌کند. هدف از این سازوکار، افزایش قابلیت ردیابی محصولات وارداتی و جلوگیری از دورزدن مقررات تجاری اعلام شده است.

کمیسیون اروپا اعلام کرد که مازاد ظرفیت تولید فولاد در جهان به حدود ۶۲۰ میلیون تن رسیده است. این نهاد، افزایش ظرفیت مازاد جهانی و فشار ناشی از واردات را از عوامل اصلی ضرورت بازنگری در اقدامات حفاظتی صنعت فولاد اروپا عنوان کرد.

مقررات پیشنهادی قرار است جایگزین اقدامات حفاظتی کنونی اتحادیه اروپا شوند که اعتبار آن‌ها در ژوئن ۲۰۲۶ پایان می‌یابد. اجرای طرح جدید منوط به تصویب آن از سوی پارلمان اروپا و شورای اتحادیه اروپا خواهد بود.





بهره‌وری را با یک عدد نسنجیم

رشد تناژ، کاهش دوباره‌کاری و تحویل به‌موقع، هرکدام بخشی از عملکرد کارخانه را نشان می‌دهند.

تولید از ثبت رکورد خبر می‌دهد، اما فروش هنوز با تأخیر سفارش روبه‌روست. این دو گزارش لزوماً یکدیگر را نقض نمی‌کنند؛ ممکن است کارخانه بیشتر تولید کرده باشد، ولی محصول مورد نیاز سفارش‌های نزدیک موعد هنوز تکمیل نشده باشد. برای مدیریت، مسئله دیدن رابطه این شاخص‌هاست. در پروژه دیجیتال نیز عبارت «افزایش بهره‌وری» به توضیح نیاز دارد. باید معلوم باشد چه چیزی، در چه دوره‌ای و نسبت به چه مبنایی بهتر می‌شود. بدون این تعریف، هر واحد می‌تواند نتیجه را با شاخص مطلوب خود گزارش کند.

شاخص را به هدف وصل کنیم

اگر پروژه برای کاهش اتلاف مواد است، مقدار و محل ثبت اتلاف باید مشخص باشد. اگر هدف، تحویل به‌موقع است، موعد تعهد و تغییرهای مورد توافق مشتری اهمیت پیدا می‌کند. شاخصی که به تصمیم مورد نظر مربوط نباشد، حتی با محاسبه درست نیز راهنمای خوبی نیست.

صورت و مخرج باید ثابت بمانند. تغییر تعریف محصول قابل قبول یا تغییر دوره گزارش، مقایسه را عوض می‌کند. اگر این اصلاح لازم است، باید آشکارا ثبت شود تا بهبود ظاهری با تغییر روش اشتباه گرفته نشود.

مقایسه منصفانه انجام دهیم

دو دوره با ترکیب متفاوت محصول یا شرایط متفاوت انرژی، لزوماً مبنای ساده‌ای برای سنجش اثر فناوری نیستند. بخشی از تغییر می‌تواند به این عوامل مربوط باشد. توضیح روشن محدودیت‌ها، از نسبت‌دادن همه نتیجه به یک سامانه دقیق‌تر است.

در خدمات بهینه‌سازی میان‌فرایندی نیز شناخت فرایند و تعریف شاخص در کنار ابزار مطرح می‌شود. برای کارخانه، ارزیابی مشترک مسئولان فرایند، برنامه‌ریزی و مالی می‌تواند کمک کند نتیجه فقط از نگاه تیم سازنده گزارش نشود.

اختلاف عددها را پیگیری کنیم

گاهی یک واحد نسخه اصلاح‌شده اطلاعات را دارد و دیگری هنوز از گزارش قبلی استفاده می‌کند. پیش از قضاوت درباره عملکرد، باید تعریف، زمان ثبت و نسخه داده بررسی شود. تعیین مرجع گزارش و مسئول اصلاح، از تصمیم‌های پایه مدیریت داده است.

نقشه شاخص‌ها را از تصمیم‌های مدیریت بسازیم

پیش از انتخاب عدد، باید تصمیمی که قرار است با آن گرفته شود معلوم باشد. مدیر تولید ممکن است نیاز داشته باشد علت توقف را پیدا کند؛ مدیر فروش به موعد سفارش‌ها توجه کند و مدیر مالی هزینه هر واحد محصول قابل فروش را بسنجد. این پرسش‌ها به شاخص‌های متفاوت می‌رسند. یک مجموعه متوازن می‌تواند چند بُعد را کنار هم بگذارد: مقدار محصول پذیرفته‌شده، کیفیت، مصرف منابع، زمان تحویل و ایمنی. منظور از افزودن شاخص‌های بیشتر، ساخت داشبورد شلوغ نیست؛ هر شاخص باید مخاطب، تناوب بررسی و اقدام محتمل داشته باشد. اگر عددی پس از مشاهده به هیچ تصمیم یا پرسشی منتهی نمی‌شود، هزینه گردآوری آن را دوباره بسنجید. تعریف مکتوب هر شاخص، اختلاف میان واحدها را کمتر می‌کند و به افراد تازه‌وارد امکان می‌دهد بفهمند رقم از کجا آمده است.

واحد مقایسه را با ترکیب تولید هماهنگ کنیم

جمع تناژ روزانه برای مقایسه دو ماه کافی نیست اگر ترکیب محصول، ساعات کار یا شرایط سفارش‌ها فرق کرده باشد. مقایسه باید به واحدی برسد که تغییر واقعی را نشان دهد؛ برای نمونه مصرف انرژی به ازای محصول پذیرفته‌شده یا نرخ عیب در میان سفارش‌های هم‌گروه. انتخاب مخرج به داده در دسترس و تصمیم بستگی دارد و نباید برای زیباترشدن نتیجه تغییر کند. همچنین محصول مردود را نباید بی‌توضیح در شاخص تولید مفید شمرد. جداکردن تولید کل از محصول قابل‌قبول، به مدیر نشان می‌دهد افزایش حجم به کیفیت نهایی هم رسیده یا نه. اگر استاندارد محصول یا روش بازرسی عوض شود، نقطه تغییر در گزارش ثبت شود تا روند پیشین به‌اشتباه ادامه‌پذیر فرض نشود.

گلوگاه را در زنجیره عملیات پیدا کنیم

عملکرد یک بخش به‌تنهایی نماینده عملکرد کارخانه نیست. سرعت یک خط ممکن است بالا برود، اما انبار، آماده‌سازی مواد یا ارسال توان پاسخ‌گویی نداشته باشد. برای فهم این رابطه، زمان عبور سفارش از چند مرحله و محل انباشت کار را کنار نرخ تولید بررسی کنید. اگر موجودی نیمه‌ساخته افزایش می‌یابد، تولید بیشتر لزوماً تحویل سریع‌تر ایجاد نکرده است. شاخص‌ها باید تأخیر بین واحدها را هم آشکار کنند، نه فقط خروجی هر واحد را. برنامه‌ریزی، تولید، کیفیت و لجستیک می‌توانند تعریف مشترکی از شروع و پایان سفارش داشته باشند و در جلسه دوره‌ای چند نمونه تأخیردار را با هم مرور کنند. چنین بررسی‌ای به یافتن علت نزدیک‌تر است از آنکه همه مسئله به یک خط یا یک سرپرست نسبت داده شود.

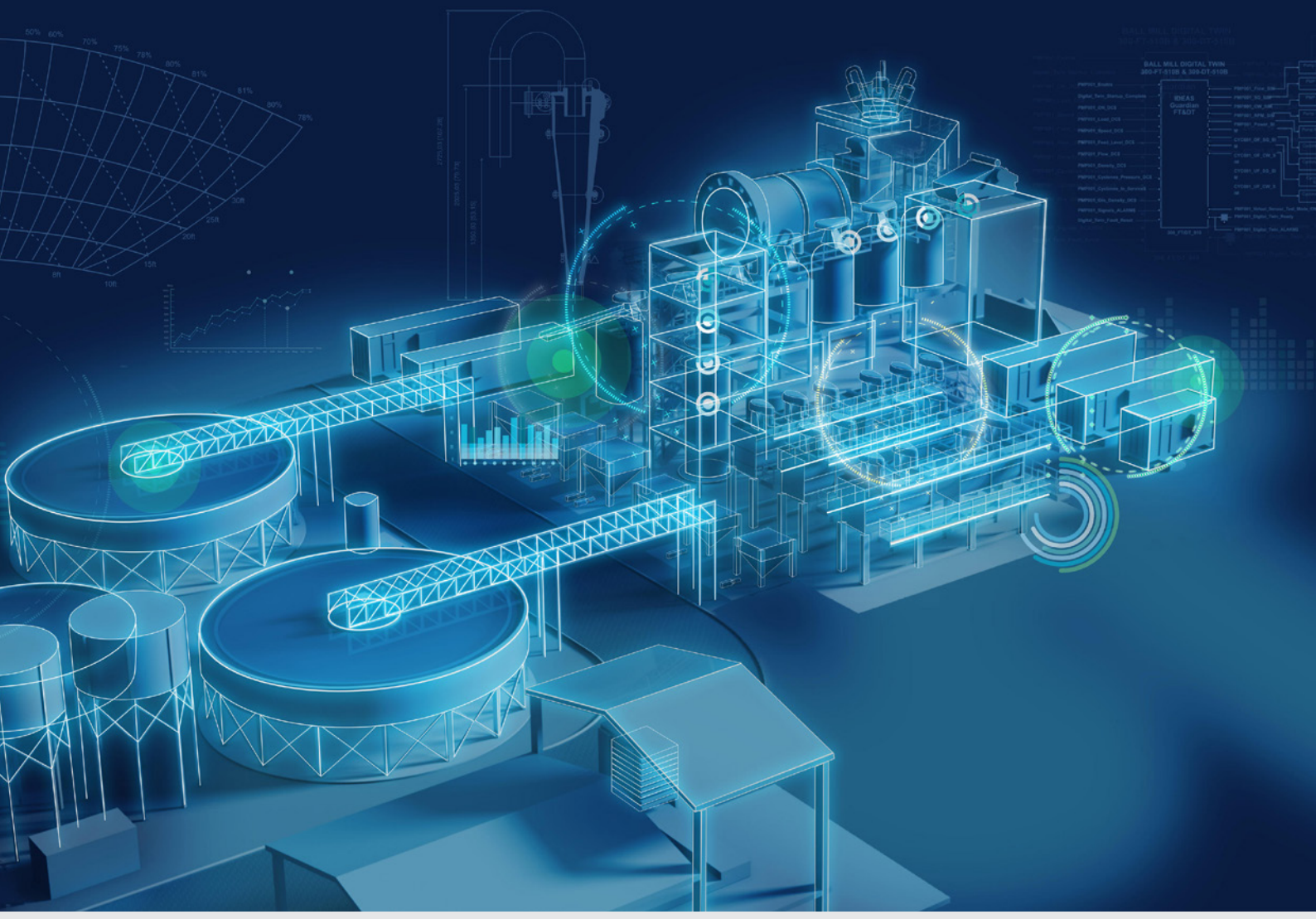
اثر جانبی هدف‌گذاری را زیر نظر بگیریم

هر شاخصی ممکن است رفتار را تغییر دهد. اگر پاداش صرفاً به تناژ وابسته باشد، ممکن است کیفیت، ایمنی یا مصرف مواد از توجه خارج شود. اگر تعداد توقف‌ها هدف باشد، ثبت توقف کوچک احتمالاً کمتر می‌شود و تصویر داده ناقص می‌ماند. این خطر با کنارگذاشتن سنجش حل نمی‌شود؛ باید شاخص‌های حفاظتی و تعریف ثابت گزارش همراه هدف اصلی بیاید. برای نمونه، افزایش خروجی را با نرخ محصول نامنطبق و رخدادهای ایمنی هم‌زمان ببینید. داده باید به بهبود فرایند کمک کند، نه به پنهان‌کردن مشکل یا سرزنش کارکنانی که آن را ثبت کرده‌اند. گفت‌وگوی مدیریتی درباره چرایی تغییر از رتبه‌بندی افراد بر اساس یک عدد مفیدتر است.

مرور شاخص را به اقدام و بازبینی پیوند دهیم

جلسه عملکرد زمانی مفید است که هر انحراف به یک پرسش و سپس مسئول اقدام برسد. اگر مصرف ویژه بالا رفته، نخست باید ترکیب محصول، وضعیت تجهیزات، داده ورودی و تغییرهای دوره بررسی شود؛ فرض علت نباید به‌جای مدرک بنشیند. اقدام کوچک و زمان‌دار تعریف کنید و در جلسه بعد نتیجه را با همان مبنا بسنجید. اگر تغییری حاصل نشد، روش را بازنگری کنید. بعضی شاخص‌ها باید روزانه برای اداره کار دیده شوند و برخی برای روند ماهانه مناسب‌اند؛ یک پنجره زمانی واحد برای همه تصمیم‌ها پاسخ‌گو نیست. سرانجام، شاخصی که دیگر نیاز مدیریتی را برآورده نمی‌کند می‌تواند بازتعریف یا متوقف شود. این چرخه کمک می‌کند داشبورد از انبار اعداد به ابزار یادگیری و تصمیم تبدیل شود.

شاخص خوب، گفت‌وگو را روشن‌تر می‌کند. مدیر باید بتواند توضیح دهد چه چیزی بهتر شده، چرا آن را می‌سنجد و چه عوامل دیگری بر نتیجه اثر گذاشته‌اند. داشبورد در این صورت، ابزار تصمیم است؛ نه فقط صفحه‌ای برای نمایش عددهای بیشتر.



پروژه دیجیتال را از یک مشکل مشخص آغاز کنیم

تعریف روشن مسئله، انتخاب داده و معیار پذیرش را ساده‌تر می‌کند و جلوی گسترش بی‌پایان پروژه را می‌گیرد.

قرار است نرم‌افزاری دوباره‌کاری را کم کند. فروش انتظار دارد سفارش زودتر تحویل شود، آزمایشگاه به دنبال کاهش محصول نامنطبق است و تولید می‌خواهد برنامه خط کمتر تغییر کند. هر سه انتظار مهم‌اند، اما یک مسئله نیستند. اگر تفاوت آنها پیش از شروع روشن نشود، حتی تحویل نرم‌افزار هم اختلاف بر سر نتیجه را پایان نمی‌دهد.

یک تصمیم را انتخاب کنیم

برای آغاز، بهتر است مشخص شود سامانه قرار است به کدام تصمیم کمک کند. آیا محصول به مرحله بعد برود یا برای بررسی نگه داشته شود؟ آیا یک قطعه به بازرسی نیاز دارد؟ آیا ترتیب سفارش‌ها باید تغییر کند؟ پاسخ روشن، دامنه پروژه را تعیین می‌کند.

سپس باید مسئول تصمیم و زمان لازم برای اقدام معلوم باشد. سامانه‌ای که نتیجه را دیر ارائه کند، ممکن است در گزارش دقیق باشد اما در خط فایده‌ای نداشته باشد. همچنین هزینه انتخاب اشتباه باید دیده شود؛ عبور یک عیب با نگه‌داشتن بی‌دلیل محصول پیامد یکسانی ندارد.

داده را از محل ثبت تا محل استفاده دنبال کنیم

شناسه ذوب، نتیجه آزمایش و محصول باید به یکدیگر متصل شوند. یکسان‌بودن نام ستون‌ها کافی نیست؛ واحد اندازه‌گیری، زمان ثبت و معنی وضعیت‌ها نیز باید مشترک باشد. گاهی دو واحد درباره یک دستگاه حرف می‌زنند، اما زمان شروع یا پایان کار را متفاوت ثبت می‌کنند. زمان دسترسی به اطلاعات نیز مهم است. مدلی که برای پیش‌بینی از نتیجه آزمایشی استفاده می‌کند که پس از تصمیم آماده می‌شود، در کار

واقعی قابل استفاده نخواهد بود. بنابراین داده آزمون باید شرایط همان لحظه‌ای را بازسازی کند که قرار است به سامانه کمک کند.
رویکرد بهینه‌سازی میان‌فرایندی که Primetals Technologies در فوریه ۲۰۲۵ معرفی کرد، بر پیوند دانش فرایند و داده تأکید دارد. برای کارخانه، نکته کاربردی همین پیوند است: اطلاعات باید در امتداد محصول قابل دنبال‌کردن باشد و کارشناس بداند هر عدد چگونه به دست آمده است.

آزمون را شبیه کار واقعی طراحی کنیم

مقایسه نتیجه مدل با داده‌های بسیار مشابهِ موارد آموزشی، ممکن است تصویری خوش‌بینانه بسازد. ارزیابی باید روی داده‌ای انجام شود که برای آزمون کنار گذاشته شده و شرایط مورد انتظار استفاده را پوشش می‌دهد. تغییر گرید، خوراک یا وضعیت دستگاه نیز باید در بررسی دیده شود.
علاوه بر خطای مدل، لازم است اثر آن بر کار سنجیده شود. چند هشدار به بررسی مفید منتهی شد؟ آیا زمان کافی برای اقدام وجود داشت؟ کارکنان برای فهم نتیجه به چه توضیحی نیاز داشتند؟ این پرسش‌ها کمک می‌کند پروژه فقط در عدد دقت متوقف نماند.

پیش از واگذاری اختیار، نتیجه را کنار روش موجود ببینیم

در مرحله نخست می‌توان توصیه سامانه را ثبت کرد و با تصمیم جاری مقایسه کرد. اختلاف‌ها، موضوع بررسی مشترک تیم داده و مسئول فرایند خواهند بود. این مرحله، هم محدودیت مدل را نشان می‌دهد و هم نقص‌های ثبت یا رابط کاربری را آشکار می‌کند.
گسترش استفاده باید بر اساس نتیجه همین بررسی باشد. اگر سامانه فقط در شرایط معینی آزموده شده، نباید بی‌دلیل به همه محصولات تعمیم داده شود. معیار توقف و راه بازگشت نیز باید از ابتدا معلوم باشد. تحویل پروژه، تحویل قابلیت استفاده است.
آموزش، مستندات و مسئول نگهداری، بخش تکمیلی و اختیاری پروژه نیستند. کارخانه باید پس از رفتن تیم اجرا نیز بتواند از سامانه استفاده کند و علت افت عملکرد را پیگیری کند.

دامنه پروژه را روی یک صفحه ثبت کنیم

پیش از خرید یا سفارش نرم‌افزار، تیم باید یک برگه تعریف مسئله آماده کند. این برگه توضیح می‌دهد تصمیم فعلی چگونه گرفته می‌شود، چه کسی آن را می‌گیرد، کدام تأخیر یا خطا هزینه‌ساز است و سامانه قرار است چه تغییری در این مسیر ایجاد کند. محدوده‌ای که پروژه پوشش نمی‌دهد نیز باید نوشته شود؛ برای نمونه، ابزار تشخیص عیب قرار نیست خودبه‌خود مسئولیت تأیید نهایی محصول را به عهده بگیرد. تعریف مکتوب، اختلاف برداشت را در جلسه‌های بعد کم می‌کند.

معیار پذیرش را پیش از شروع تعیین کنیم

معیار موفقیت باید هم خروجی فنی و هم اثر عملیاتی را بسنجد. دقت طبقه‌بندی به‌تنهایی کافی نیست؛ باید نرخ هشدار نادرست، زمان پاسخ، میزان استفاده کارکنان و اثر بر دوباره‌کاری یا توقف نیز دیده شود. خط پایه از همان روشی ساخته می‌شود که امروز در کارخانه اجرا می‌شود و باید در دوره‌ای قابل مقایسه ثبت شود. اگر ترکیب محصول، خوراک یا سرعت خط تغییر کند، این تغییر همراه نتیجه گزارش شود تا بهبود یا افت به مدل نسبت داده نشود بی‌آنکه شواهد کافی وجود داشته باشد.

پایلوت را با کاربر و فرایند واقعی بسنجیم

آزمون باید شرایط عادی و استثنایی را پوشش دهد: تغییر گرید، حسگر ازکارافتاده، داده ناقص و شیفت‌های متفاوت. کاربران پیش از شروع باید بدانند خروجی چگونه نمایش داده می‌شود، چه زمانی باید آن را نادیده بگیرند و خطا را به کجا گزارش کنند. یک مرحله اجرای موازی مفید است: توصیه سامانه ثبت می‌شود، اما تصمیم مسئول فرایند همچنان روش جاری را دنبال می‌کند. بررسی اختلاف میان این دو، هم خطای مدل را آشکار می‌کند و هم نشان می‌دهد آیا رابط کاربری و زمان ارائه نتیجه برای کار روزانه مناسب است.

پاسخ‌گویی پس از تحویل را از ابتدا ببندیم

در قرارداد اجرا باید مالک داده، پشتیبانی فنی، نگهداری اتصال‌ها و مسئول به‌روزرسانی مدل مشخص باشند. اگر پروژه به فروشنده بیرونی وابسته است، کارخانه باید قالب خروجی، مستندات، دسترسی به سوابق و روش خروج از سامانه را بداند. تحویل کد یا نصب نرم‌افزار به معنی انتقال توان نگهداری نیست. تیم داخلی باید بتواند تغییر فرایند را به تیم فنی اطلاع دهد، نسخه‌های مدل را بشناسد و هنگام افت عملکرد به روش قبلی بازگردد.
پروژه موفق لزوماً بزرگ‌ترین سامانه نیست. راهکاری است که یک مشکل روشن را بهتر حل کند، کارکنان بتوانند از آن استفاده کنند و مدیریت بتواند نتیجه‌اش را توضیح دهد.



مدیریت انرژی؛ سنجش پیش از صرفه‌جویی

مدیریت انرژی در کارخانه فولاد با نصب یک کنتور جدید یا اجرای یک پروژه کم‌مصرف پایان نمی‌یابد. تصمیم اقتصادی وقتی شکل می‌گیرد که کارخانه بداند انرژی در کدام مرحله، برای کدام محصول و تحت چه شرایطی مصرف شده و چه مقدار از تغییرات به عملکرد فرایند مربوط است. در دوره‌هایی که عرضه برق یا گاز محدود و قیمت آن متغیر است، نبود چنین تصویری برنامه تولید را هم دشوار می‌کند. هدف نخست، ساختن خط مبنایی قابل دفاع است؛ پس از آن می‌توان فرصت کاهش مصرف یا جابه‌جایی بار را با اثر آن بر کیفیت و تداوم تولید سنجید.

از قبض کارخانه به شدت مصرف محصول برسیم

جمع کل مصرف ماهانه برای صورت‌حساب و روند کلی مفید است، اما نقطه شروع خوبی برای تشخیص مسئله نیست. فولادسازی، ریخته‌گری، نورد، اکسیژن، فشرده‌سازی هوا و تأسیسات جانبی الگوی متفاوتی دارند. هر واحد انرژی باید در جایی اندازه‌گیری شود که تصمیم عملیاتی ممکن باشد. برای مقایسه دوره‌ها، مصرف را باید کنار حجم تولید، سبد گریدها، ساعات کار، توقفات، کیفیت مواد اولیه و وضعیت تجهیزات گذاشت. شاخص «کیلووات‌ساعت به ازای تن محصول» اگر این شرایط را نادیده بگیرد، نوسان را به یک عدد ساده فرو می‌کاهد و ممکن است به اقدام اشتباه منجر شود.

خط مبنا باید شرایط را توضیح دهد

برای ارزیابی یک پروژه، انتخاب دوره مبنا مهم است. ماهی با توقف طولانی، تغییر محصول یا تعمیرات اساسی شاید نماینده کار عادی نباشد. تیم انرژی باید روش انتخاب دوره را ثبت کند و عوامل مؤثر بر مصرف را از ابتدا مشخص سازد. گاهی لازم است مصرف با متغیرهای تولید تعدیل شود تا مقایسه منصفانه‌تری شکل بگیرد. هر تعدیل باید قابل بازبینی باشد؛ اگر مدل

پیچیده‌ای به کار می‌رود، فرض‌ها و کیفیت داده باید در اختیار مهندسان سایت باشد. عدد صرفه‌جوییِ محاسبه‌شده، برآورد است؛ اندازه‌گیری پس از اجرا نشان می‌دهد آیا نتیجه در شرایط واقعی تکرار شده است یا خیر.

مدیریت انرژی از شیفت آغاز می‌شود

بخش مهمی از فرصت‌ها در تنظیمات و عادات کاری پنهان است: کارکرد بی‌بار تجهیزات، فشار بیش از نیاز در شبکه هوای فشرده، تنظیم نامناسب مشعل، نشت بخار، یا تأخیر در خاموش‌کردن سامانه‌های کمکی. شناسایی این موارد به داده و گفت‌وگوی مستقیم با اپراتور نیاز دارد. برنامه‌ای که فقط از دفتر مرکزی صادر شود، ممکن است محدودیت فرایند یا ایمنی را نبیند. هر اقدام باید با مسئول تولید توافق شود و معیار توقف ایمن داشته باشد. صرفه‌جویی برق یا سوخت اگر کیفیت محصول، عمر تجهیز یا ایمنی را تضعیف کند، بهبود واقعی محسوب نمی‌شود.

تعمیرات و انرژی دو پرونده جدا نیستند

تغییر در مصرف ویژه می‌تواند علامت افت سلامت تجهیز باشد؛ اما تشخیص آن نیازمند مقایسه با شرایط کار است. موتور یا پمپ فرسوده، گرفتگی فیلتر، رسوب مبدل و نشتی می‌تواند بار را بالا ببرد. تیم انرژی باید یافته‌های کنتورها را با سوابق تعمیراتی و تغییرات فرایند پیوند دهد. اگر تعمیرات پیشگیرانه به تأخیر افتاده، ممکن است پروژه تعویض موتور به تنهایی پاسخ ندهد. از سوی دیگر، برنامه تعمیرات می‌تواند زمان مناسب اجرای اقدامات بهره‌وری را فراهم کند. ثبت «چه چیزی تغییر کرد؟» و «اثر آن در مصرف کجا دیده شد؟» کمک می‌کند تجربه به دستورالعمل نگهداری منتقل شود.

انعطاف بار با کاهش مصرف یکی نیست

جابه‌جایی زمان مصرف، صرفه‌جویی انرژی محسوب نمی‌شود مگر اینکه مقدار انرژی نهایی هم کاهش یابد. با این حال، در شبکه محدود ممکن است مدیریت بار ارزش عملیاتی داشته باشد: فرایندهای پیوسته و حساس باید از تجهیزات قابل جابه‌جایی جدا شوند؛ ظرفیت ذخیره میانی، برنامه سفارش و زمان‌بندی تعمیرات باید سنجیده شود؛ و پیامدها برای تحویل به مشتری روشن بماند. تصمیم کاهش بار باید بر پایه قرارداد تأمین، محدودیت‌های فنی و دستورهای ایمنی باشد. اگر تولید امروز به شیفت بعدی منتقل شود، اثر آن بر کیفیت، موجودی نیمه‌ساخته و تحویل نیز باید در محاسبه باشد.

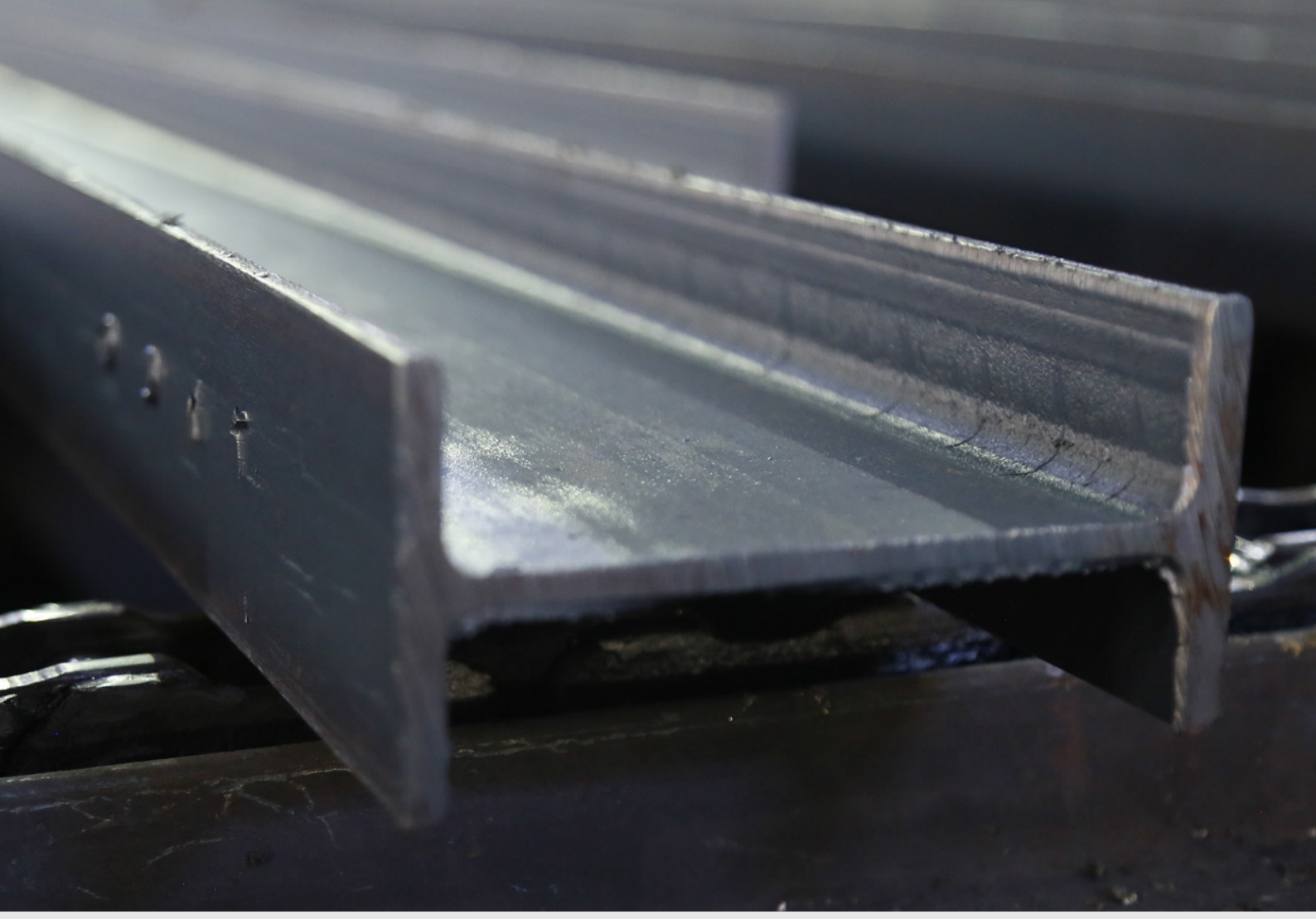
پروژه را بر پایه هزینه چرخه عمر انتخاب کنیم

پیشنهادهای سرمایه‌ای باید هزینه اولیه را در کنار مصرف و نگهداری آینده نشان دهند. موتور پربازده، بازیافت حرارت، بهبود عایق یا سامانه پایش ممکن است ارزش‌های متفاوتی برای خط‌های مختلف داشته باشند. نرخ کارکرد واقعی، قیمت انرژی، دسترس‌پذیری قطعه، هزینه نصب و توقف لازم، روی نتیجه اثر می‌گذارند. دوره بازگشت کوتاه، اگر با فرض تولید دائمی یا قیمت ثابت محاسبه شده باشد، تصمیم مطمئنی نیست. بهتر است سناریوی کم‌مصرف، معمول و پرفشار محاسبه شود و حساسیت نتایج به ساعات بهره‌برداری روشن بماند. پروژه کوچک با داده دقیق می‌تواند از طرح بزرگ اما با فرض‌های مبهم تصمیم‌پذیرتر باشد.

نظام مدیریت، نتیجه را ماندگار می‌کند

سازمان بین‌المللی انرژی تأکید می‌کند نظام‌مندکردن مدیریت انرژی می‌تواند به بهبود پیوسته و امنیت انرژی کمک کند. در کارخانه، این اصل به اهداف محدود و مسئول مشخص ترجمه می‌شود: مالک شاخص، مسئول گردآوری، دوره گزارش، آستانه بررسی و مسیر اقدام. جلسه انرژی نباید تنها فهرستی از نمودارها را مرور کند؛ باید درباره انحراف معنادار و مانع اقدام تصمیم بگیرد. با تغییر خوراک، محصول یا تجهیزات، فرض‌های خط مبنا نیز باید بازنگری شوند. ثبت درس‌های هر اقدام، وابستگی برنامه به یک کارشناس یا یک شیفت را کاهش می‌دهد.

صرفه‌جویی پایدار پیش از آنکه یک فناوری باشد، فرایند سنجش و یادگیری است. کارخانه‌ای که مصرف را به محصول، شرایط تولید و سلامت تجهیز وصل می‌کند، می‌تواند فرصت‌ها را از تغییرات تصادفی جدا سازد. خط مبنای شفاف، مشارکت اپراتور، معیار ایمنی، محاسبه هزینه چرخه عمر و بازبینی پس از اجرا از ارکان همین مسیرند. شاخص معتبر باید تصمیم را بهتر کند، نه آنکه فقط در گزارش ماهانه دیده شود. در شرایط محدودیت انرژی، چنین مدیریتی امکان انتخاب آگاهانه درباره تولید، نگهداری و سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کند، بی‌آنکه کاهش مصرف از کیفیت و تعهد تحویل جدا شود.



کیفیت محصول از تعریف نیاز مشتری آغاز می‌شود

در فولاد، کیفیت فقط نتیجه آزمون نهایی نیست. محصولی ممکن است از نظر چند ویژگی شیمیایی در محدوده باشد، اما اگر ابعاد، سطح، خواص مکانیکی، بسته‌بندی یا مدارک همراه با سفارش تطابق نداشته باشد، برای مشتری مناسب نیست. کیفیت پایدار زمانی شکل می‌گیرد که نیاز خرید به مشخصه فنی قابل سنجش، سپس به برنامه فرایند و در نهایت به مدرک تحویل تبدیل شود. این زنجیره به همکاری فروش، مهندسی، تولید، آزمایشگاه و کنترل کیفیت نیاز دارد؛ هر انتقال ناقص میان این واحدها می‌تواند به دوباره‌کاری یا اختلاف تجاری برسد.

سفارش را به مشخصات قابل اجرا تبدیل کنیم

شرح سفارش ممکن است شامل استاندارد، گرید، ابعاد، تلرانس، خواص مکانیکی، وضعیت سطح، روش آزمون، علامت‌گذاری و بسته‌بندی باشد. پیش از ورود سفارش به برنامه تولید، باید معلوم شود کدام نسخه مشخصات مبناست، چه استثنایی پذیرفته شده و کدام الزام برای مشتری خاص است. اگر واژه‌ای مانند «سطح ممتاز» بدون تعریف معیار ثبت شود، اپراتور و بازرس ممکن است برداشت‌های متفاوتی داشته باشند. مهندسی فروش باید پرسش‌های باز را پیش از تولید ببندد و کنترل کند که توان فرایند و تجهیزات آزمایشگاه پاسخگوی نیاز هست یا نه.

ویژگی بحرانی را از ویژگی معمول جدا کنیم

تمام مشخصات ریسک یکسانی ندارند. ابعادی که بر مونتاژ مشتری اثر مستقیم می‌گذارد یا ویژگی‌ای که با ایمنی سازه مرتبط است، باید روش پایش روشن‌تری داشته باشد. این اولویت‌بندی باید با مشتری، استاندارد و فرایند واقعی سازگار باشد. تیم کیفیت می‌تواند برای هر ویژگی مهم محل

اندازه‌گیری، تعداد نمونه، ابزار، حدود پذیرش، مسئول ثبت و واکنش به انحراف را مشخص کند. زیاد کردن تعداد آزمون‌ها همیشه کیفیت را بهتر نمی‌کند؛ آزمون باید به تصمیمی منجر شود که از تولید یا ارسال محصول نامنطبق جلوگیری کند.

کنترل فرایند پیش از بازرسی نهایی

بازرسی نهایی بخشی از نظام کیفیت است، اما اگر تنها سپر کارخانه باشد، عیب تا انتهای خط پیش رفته است. نقاط کنترل در ذوب، ریخته‌گری و نورد باید با منشأهای محتمل تغییر هم‌خوان باشند. داده‌های مواد ورودی، تنظیمات تجهیز، شرایط خنک‌کاری، توقف‌ها، تغییر غلتک و نتایج آزمایش می‌توانند تصویر کامل‌تری از وضعیت بسازند. وقتی فرایند از محدوده معمول خارج می‌شود، اپراتور باید بداند چه کاری مجاز است، چه کسی را مطلع کند و محصول مشکوک چگونه جدا شود. نمودار یا داشبورد بدون حد واکنش و مالک اقدام، فقط نمایش داده است.

توان فرایند را درست تفسیر کنیم

شاخص‌های آماری قابلیت فرایند فقط وقتی معنا دارند که فرایند پایدار، داده‌ها معتبر و مشخصه مشتری درست تعریف شده باشد. اگر خط در حال تنظیم یا تغییر محصول است، محاسبه یک عدد قابلیت می‌تواند وضعیت را بهتر از واقع نشان دهد. اندازه‌گیری باید کالیبره باشد؛ نمونه‌گیری به اندازه کافی نماینده تولید باشد؛ و ترکیب محصولات متفاوت بی‌دلیل در یک مجموعه داده ادغام نشود. تیم باید تفاوت میان پراکندگی طبیعی فرایند و رخداد ویژه را بررسی کند. هدف، اعلام یک عدد جذاب نیست؛ هدف دانستن این است که آیا فرایند در شرایط جاری توان تولید منطبق دارد یا نیازمند اقدام است.

ردیابی، مسیر تحلیل عیب را کوتاه می‌کند

شناسه ذوب، شمش، بسته یا سفارش باید امکان پیوند محصول به نتایج آزمون و شرایط فرایند را فراهم کند. اگر مشتری عدم انطباق گزارش کند، زمان پاسخ به این بستگی دارد که کارخانه بتواند دامنه محصول مشابه را محدود کند و سابقه تولید را بازسازی کند. ردیابی مؤثر همه اطلاعات را در یک سامانه واحد جمع نمی‌کند؛ ابتدا باید شناسه‌ها و قواعد ارتباط روشن شوند. نسخه گواهی، تاریخ آزمون، روش نمونه‌برداری و نام مرجع صادرکننده باید با محموله هماهنگ باشد. کنترل نسخه مدارک جلوی استفاده از گواهی قدیمی یا مشخصات جایگزین نشده را می‌گیرد.

عدم انطباق را به یادگیری تبدیل کنیم

وقتی نتیجه آزمون خارج از حد است، اقدام نخست باید کنترل محصول مشکوک و جلوگیری از ارسال ناخواسته باشد. سپس علت‌یابی باید شواهد را از مواد ورودی، فرایند، تجهیز، نمونه‌برداری و آزمایشگاه گردآوری کند. اصلاح فوری و اقدام پیشگیرانه یکی نیستند: تنظیم دوباره خط شاید این محموله را نجات دهد، اما برای جلوگیری از تکرار باید علت سیستمی بررسی شود. تعیین مالک و مهلت، ثبت اثر اقدام و بازبینی پس از چند تولید مشابه ضروری است. بستن پرونده با عبارت «اپراتور آموزش دید» کافی نیست اگر دستورالعمل، طراحی تجهیز یا معیار کنترل عامل اصلی بوده باشد.

شاخص مشتری را با شاخص کارخانه پیوند دهیم

نرخ قبولی آزمون داخلی فقط یک زاویه کیفیت است. شکایت مشتری، برگشت، تأخیر در صدور گواهی، دوباره‌کاری و افت ضایعات نیز باید با تعریف روشن پایش شوند. اگر شاخص‌ها از سامانه‌های متفاوت می‌آیند، فرمول و دوره گزارش باید یکسان باشد. بهبود یک شاخص ممکن است هزینه را به نقطه دیگری منتقل کند؛ کاهش ضایعات با افزایش زمان آزمون یا تأخیر تحویل، بهبود کامل نیست. جلسه بازنگری کیفیت باید چند پرونده مهم را تا تصمیم مشخص دنبال کند، نه اینکه ده‌ها نمودار را بی‌مالک مرور کند.

برای اینکه این چرخه در سازمان جا بیفتد، بازنگری سفارش باید پیش از آزادسازی تولید انجام شود و تغییر مشخصات پس از شروع کار نیز ثبت و ابلاغ گردد. نسخه‌های کنترل‌شده نقشه‌ها و استانداردها باید در دسترس همان ایستگاهی باشند که با آن‌ها کار می‌کند. شاخص زمان پاسخ به شکایت، دامنه محموله‌های درگیر و درصد اقدام‌های اصلاحی مؤثر، کیفیت فرایند رسیدگی را قابل مشاهده می‌کند؛ این شاخص‌ها باید کنار نتیجه آزمون محصول قرار گیرند، نه جایگزین آن.

کیفیت از لحظه دریافت سفارش شکل می‌گیرد و تا تحویل مدرک و محصول به مشتری ادامه دارد. مشخصات روشن، اولویت‌بندی ویژگی‌های بحرانی، کنترل در نقاط فرایند، اندازه‌گیری قابل اعتماد و ردیابی‌پذیری، امکان جلوگیری از تکرار عیب را بالا می‌برد. یک عدد قابلیت یا گواهی نهایی به‌تنهایی تضمین کیفیت نیست؛ ارزش آن به روش اندازه‌گیری و ارتباطش با سفارش بستگی دارد. کارخانه‌ای که کیفیت را به زنجیره تصمیم تبدیل می‌کند، هم اختلافات مشتری را سریع‌تر حل می‌کند و هم می‌تواند منابع کنترل را روی ریسک‌هایی متمرکز سازد که واقعاً به محصول و تحویل آسیب می‌زنند.



چشم دیجیتال خط تولید؛ هوش مصنوعی چگونه عیوب سطحی فولاد را شناسایی می‌کند؟

بینایی ماشین می‌تواند به بازرسی کیفیت کمک کند، اما موفقیت آن به نورپردازی، داده معتبر و تصمیم درست انسان وابسته است.

در خط نورد، کیفیت محصول تنها با اندازه‌گیری ابعاد و آزمون‌های آزمایشگاهی سنجیده نمی‌شود. وضعیت سطح نیز برای بسیاری از کاربردها اهمیت دارد. ترک، خراش، پوسته یا دیگر ناهنجاری‌های ظاهری ممکن است نیازمند بررسی باشند. شناسایی این نشانه‌ها در سرعت بالای تولید دشوار است؛ به همین دلیل، سامانه‌های تصویربرداری صنعتی و تحلیل تصویر به یکی از حوزه‌های مهم تحول دیجیتال در فولاد تبدیل شده‌اند.

دوربین به‌تنهایی بازرس کیفیت نیست

سامانه بینایی ماشین از دوربین، نورپردازی، تجهیزات پردازش و نرم‌افزار تحلیل تشکیل می‌شود. نخست باید تصویری قابل استفاده از سطح محصول ثبت شود. سرعت حرکت، ارتعاش، گردوغبار، بخار و بازتاب نور می‌توانند کیفیت تصویر را تغییر دهند. اگر تصویر ورودی مناسب نباشد، حتی مدل تحلیلی پیشرفته نیز نتیجه قابل اعتمادی ارائه نخواهد کرد.

برای محصولاتی مانند ورق یا مقاطع نوردشده، محل نصب دوربین و زاویه نور باید با ویژگی سطح و شرایط خط هماهنگ شود. عیبی که در یک نورپردازی آشکار است ممکن است در وضعیت دیگر دیده نشود. بنابراین طراحی سامانه باید از شناخت فرایند و محدودیت‌های محیط صنعتی آغاز شود، نه صرفاً انتخاب الگوریتم.

آموزش مدل به نمونه‌های واقعی نیاز دارد

الگوریتم یادگیری ماشین برای تشخیص الگوها به نمونه‌های برچسب‌خورده احتیاج دارد. تصاویر باید انواع عیب، سطح سالم و تغییرهای معمول ظاهر

محصول را پوشش دهند. اگر داده آموزشی فقط از یک شیفت، یک گرید یا شرایط نوری محدود جمع‌آوری شود، عملکرد مدل در شرایط دیگر ممکن است کاهش یابد.

برچسب‌گذاری نیز کاری صرفاً اداری نیست. متخصص کنترل کیفیت باید مشخص کند چه نشانه‌ای عیب واقعی است، کدام مورد به بررسی بیشتر نیاز دارد و چه تفاوت‌هایی در ظاهر محصول قابل قبول‌اند. اختلاف نظر میان کارشناسان باید ثبت و حل شود؛ زیرا مدل از همان برچسب‌ها یاد می‌گیرد. داده نادرست می‌تواند به سامانه‌ای منجر شود که با اطمینان بالا اشتباه می‌کند.

خطای نوع اول و دوم چه هزینه‌ای دارند؟

در بازرسی خودکار، دو خطای مهم وجود دارد. سامانه ممکن است سطح سالم را معیوب تشخیص دهد یا عیب واقعی را نادیده بگیرد. خطای نخست می‌تواند باعث بازرسی اضافی، توقف یا جداسازی غیرضروری محصول شود. خطای دوم ممکن است به عبور محصول نامنطبق از کنترل کیفیت منجر شود. اهمیت نسبی این خطاها به نوع محصول و کاربرد نهایی آن بستگی دارد. به همین دلیل، درصد کلی «دقت» برای ارزیابی کافی نیست. باید نرخ کشف عیوب مهم، هشدارهای اشتباه و عملکرد مدل در شرایط مختلف بررسی شود. ممکن است سامانه در مجموعه‌ای از تصاویر آزمایشگاهی نتیجه خوبی داشته باشد، اما در تولید پیوسته با تغییر نور یا کیفیت سطح عملکرد متفاوتی نشان دهد.

از تشخیص تا تصمیم عملیاتی

تشخیص یک ناهنجاری تازه آغاز فرایند کنترل کیفیت است. پس از هشدار باید روشن باشد محصول چگونه ردیابی می‌شود، چه کسی تصویر را بررسی می‌کند و تصمیم درباره جداسازی یا ادامه تولید بر چه اساسی گرفته می‌شود. ارتباط میان سامانه تصویربرداری، شناسه محصول و پرونده آزمون کیفیت اهمیت زیادی دارد.

در مرحله نخست، بهتر است سامانه به‌عنوان ابزار کمک‌تصمیم استفاده شود. کارشناسان می‌توانند تصاویر مشکوک را بررسی کنند و بازخورد آن‌ها برای بهبود مدل ثبت شود. واگذاری تصمیم‌های حساس به سامانه خودکار، بدون ارزیابی دقیق و قواعد ایمنی و کیفیت، خطرناک است.

چرا ردیابی محصول اهمیت دارد؟

اگر هشدار تصویری به شماره کلاف، شاخه، ذوب یا بچ تولید مرتبط نباشد، استفاده از آن در بررسی شکایت مشتری دشوار می‌شود. ثبت زمان، محل و شناسه محصول امکان می‌دهد اطلاعات با پارامترهای تولید، نتایج آزمون و سابقه تعمیر تجهیزات مقایسه شود. به این ترتیب، سامانه فقط عیب را نشان نمی‌دهد؛ می‌تواند در یافتن الگوهای تکرارشونده نیز کمک کند.

برای نمونه، تکرار یک نوع ناهنجاری پس از تغییر تنظیمات یا تعمیر تجهیز ممکن است نیازمند بررسی مهندسی باشد. این هم‌زمانی به‌تنهایی اثبات‌کننده علت نیست، اما سرنخی برای تحلیل مشترک تولید، تعمیرات و کیفیت فراهم می‌کند.

پایلوت کوچک، یادگیری بزرگ

کارخانه‌ای که قصد استفاده از بینایی ماشین دارد، بهتر است کار را با یک محصول و یک محل مشخص آغاز کند. ابتدا باید کیفیت تصویربرداری و قابلیت ردیابی سنجیده شود. سپس عملکرد مدل در دوره‌ای واقعی و در شیفت‌های متفاوت ارزیابی گردد. معیار موفقیت باید پیش از آزمون تعیین شود.

هزینه پروژه نیز تنها قیمت دوربین و نرم‌افزار نیست. نگهداری تجهیزات، تمیزکاری لنز، کالیبراسیون، ذخیره داده، آموزش کاربران و به‌روزرسانی مدل باید در برآورد لحاظ شوند. اگر شرایط خط تغییر کند، ممکن است مدل به بازآموزی یا ارزیابی دوباره نیاز داشته باشد.

انسان در حلقه کنترل کیفیت

هوش مصنوعی می‌تواند حجم زیادی از تصاویر را با سرعت بررسی کند، اما متخصص کیفیت همچنان مسئول تفسیر نتیجه در چارچوب استاندارد محصول و نیاز مشتری است. تجربه کارکنان در تعریف عیب، بررسی موارد مبهم و اصلاح داده آموزشی ارزشمند است. بهترین نتیجه زمانی حاصل می‌شود که سامانه دیجیتال توان کارشناسان را افزایش دهد، نه آنکه بدون آمادگی جایگزین قضاوت آن‌ها شود.

برای صنعت فولاد، کاربرد هوش مصنوعی در کنترل کیفیت نمونه‌ای روشن از تحول دیجیتال هدفمند است. موفقیت پروژه نه با تعداد دوربین‌ها یا پیچیدگی مدل، بلکه با کاهش خطاهای قابل اندازه‌گیری، بهبود ردیابی و تصمیم‌گیری مطمئن‌تر سنجیده می‌شود. چشم دیجیتال زمانی ارزش واقعی دارد که کارخانه بداند چه می‌بیند، چرا هشدار می‌دهد و پس از هشدار چه باید کرد.



هشدار هوش مصنوعی چه‌زمانی به‌درد خطمی خورد؟

مدل‌های هوش مصنوعی باید پیش از پایان فرصت اصلاح، اطلاعاتی قابل فهم و قابل اقدام به مسئول مربوط برسانند.

یک مدل، احتمال بروز مشکل را پیش‌بینی می‌کند؛ اما اپراتور نمی‌داند پیام چه معنایی دارد یا چه زمانی باید اقدام کند. در این حالت، خروجی عددی هنوز به ابزار کار تبدیل نشده است. فاصله میان پیش‌بینی و اقدام، یکی از مسئله‌های اصلی کاربرد هوش مصنوعی در فولاد است.

پیش‌بینی با کنترل فرایند تفاوت دارد

مدل می‌تواند درباره نتیجه محتمل اطلاع بدهد. اما اینکه چه اقدامی باید انجام شود به شرایط تجهیزات، کیفیت مورد نظر و رویه‌های فنی وابسته است. برای نمونه، دانستن احتمال خروج یک متغیر از محدوده مطلوب، به‌تنهایی نمی‌گوید کدام تغییر مجاز و مناسب است. مسئول فرایند باید این رابطه را مشخص کند.

پژوهشی که در اکتبر ۲۰۲۴ درباره پیش‌بینی فسفر نهایی در کوره قوس مبتنی بر قراضه منتشر شد، نمونه‌ای از تعریف یک مسئله محدود برای یک شبکه معین است. چنین مطالعه‌ای می‌تواند مسیر تحقیق را نشان دهد اما کاربرد آن در خط دیگر، به بررسی داده، خوراک و شرایط همان خط نیاز دارد.

پیام باید روشن و به‌موقع باشد

کاربر لازم است بفهمد هشدار به کدام محصول یا دستگاه مربوط است، چه چیزی تغییر کرده و چه مهلتی برای بررسی وجود دارد. پیام مبهم، کار را به حدس‌زدن واگذار می‌کند. تعداد زیاد هشدارهای کم‌فایده نیز می‌تواند توجه کارکنان را کم کند.

طراحی هشدار بهتر است از مسیر رسیدگی آغاز شود. چه کسی آن را می‌بیند؟ چه اطلاعاتی برای بررسی در اختیار دارد؟ نتیجه اقدام کجا ثبت می‌شود؟ اگر برای این سه پرسش پاسخ مشخصی وجود نداشته باشد، افزودن هشدار تازه احتمالاً فقط حجم پیام‌ها را بیشتر خواهد کرد.

نتیجه رسیدگی را به سامانه برگردانیم

برای ارزیابی، تنها شمارش پیام‌ها کافی نیست. باید دانست کدام هشدار درست تشخیص داده شد، کدام به اقدام منتهی شد و کدام بی‌نتیجه ماند. گاهی اقدام پیشگیرانه باعث می‌شود خرابی رخ ندهد؛ بنابراین نبود خرابی پس از هشدار، به‌تنهایی غلط بودن آن را ثابت نمی‌کند.

این بررسی به همکاری تیم داده و کارکنان خط نیاز دارد. تجربه اپراتور می‌تواند روشن کند که تغییر دیده‌شده آیا بخشی از کار عادی بوده یا به مسئله‌ای واقعی مربوط می‌شده است. کنارگذاشتن این تجربه، تفسیر اعداد را ضعیف می‌کند.

مدل پس از نصب هم به مراقبت نیاز دارد

کیفیت خوراک، ترکیب محصول و حتی روش ثبت اطلاعات ممکن است تغییر کند. سامانه‌ای که قبلاً خوب کار می‌کرد، شاید در شرایط جدید به بازبینی نیاز داشته باشد. مسئول نگهداری باید تغییر داده‌های ورودی و نتیجه عملکرد را دنبال کند.

هشدار را بر اساس پیامد اولویت‌بندی کنیم

همه هشدارها ارزش اقدام یکسان ندارند. احتمال بروز عیب باید در کنار پیامد آن دیده شود: یک هشدار کم‌احتمال درباره نقص ایمنی ممکن است فوری باشد، در حالی که پیش‌بینی یک انحراف کم‌اثر به بررسی در نوبت بعدی نیاز داشته باشد. اولویت‌ها باید با مسئولان فنی و ایمنی تعریف شوند، نه فقط با تنظیم پیش‌فرض سامانه. طبقه‌بندی روشن، کمک می‌کند اپراتور بداند کدام پیام را اکنون پیگیری کند و کدام را برای بررسی برنامه‌ریزی‌شده ثبت کند.

آستانه هشدار، تصمیمی صرفاً آماری نیست. اگر آستانه بیش از اندازه حساس باشد، پیام‌های نادرست زیاد می‌شوند و کارکنان ممکن است هشدارهای بعدی را جدی نگیرند. اگر بیش از حد سخت‌گیرانه باشد، نشانه‌های واقعی دیر دیده می‌شوند. انتخاب آستانه باید هزینه هر دو خطا، فرصت باقی‌مانده برای اقدام و توان تیم پاسخ‌گو را در نظر بگیرد.

این تنظیم برای همه خطوط یا همه گریدها الزاماً یکسان نیست و پس از تغییر شرایط باید دوباره بررسی شود.

متن پیام نیز باید به اقدام کمک کند. سامانه بهتر است شناسه دستگاه یا محصول، متغیری که از محدوده خارج شده، زمان ثبت و میزان اطمینان را نمایش دهد. اگر امکان دارد، روند کوتاهی از داده‌های پیشین و محدوده معمول نیز نشان داده شود. با این حال، نمایش نمودار پیچیده یا توضیح فنی طولانی به اپراتوری که باید در چند دقیقه تصمیم بگیرد کمکی نمی‌کند. جزئیات بیشتر می‌تواند برای مهندس فرایند یا تحلیلگر در صفحه جداگانه قرار گیرد.

مسیر رسیدگی باید با شیفت‌ها و مسئولیت واقعی کارخانه سازگار باشد. برای هر سطح هشدار، دریافت‌کننده اصلی و جانشین او مشخص شوند. اگر پیام باز نشد یا تا مهلت تعیین‌شده اقدامی ثبت نشد، سامانه باید مسیر ارجاع داشته باشد. تصمیم نهایی، دلیل رد هشدار یا اقدام انجام‌شده در سابقه ثبت شود. چنین سابقه‌ای از یک سو پاسخ‌گویی را روشن می‌کند و از سوی دیگر داده لازم برای فهمیدن علت هشدارهای بی‌فایده را فراهم می‌سازد.

درستی هشدارها را فقط با تعداد خرابی‌های پس از پیام نسنجیم. باید موارد هشدار درست، هشدار نادرست، رویدادهای از دست‌رفته و مواردی را که اقدام پیشگیرانه مانع خرابی شده است جدا ثبت کرد. «درستی» نیز تعریف عملیاتی می‌خواهد: آیا عیب در بازرسی تأیید شد؟ آیا متغیر از حد مجاز عبور کرد؟ چه بازه‌ای پس از هشدار برای مرتبط دانستن رویداد در نظر گرفته شد؟ پاسخ یکسان به این پرسش‌ها مقایسه عملکرد را معتبرتر می‌کند.

آزمون پیش از استقرار باید داده مستقل از داده آموزش داشته باشد و شرایط تغییر محصول و شیفت را پوشش دهد. پس از شروع استفاده، نتایج به‌طور دوره‌ای با خط پایه و روش قبلی مقایسه شوند. افت کیفیت داده، تغییر حسگر یا تفاوت در روش اپراتورها ممکن است عملکرد را جابه‌جا کند. بازبینی منظم کمک می‌کند معلوم شود آیا باید مدل دوباره آموزش ببیند، آستانه تغییر کند یا کاربرد آن محدود شود.

به این ترتیب، هشدار در خط تولید به تصمیم قابل ارزیابی تبدیل می‌شود و مسئولیت اقدام نیز روشن می‌ماند.

مدیریت بهتر است علاوه بر دقت بپرسد: مدل در چه شرایطی معتبر است، چه کسی نتیجه را بررسی می‌کند و فایده آن برای کار چیست؟ پاسخ به این پرسش‌ها، مرز استفاده درست از هوش مصنوعی را روشن می‌کند.



برای ادعای تولید فولاد کم‌کربن، پرونده محصول لازم است

خریدار باید بداند عدد انتشار به چه محصول، دوره و روش محاسبه‌ای مربوط می‌شود.

یک عدد انتشار، بدون توضیح روش و دامنه، اطلاعات کاملی به خریدار نمی‌دهد. ممکن است رقم، مربوط به کل شرکت باشد، در حالی که درخواست مشتری درباره محصول مشخصی است. یا داده به دوره‌ای تعلق داشته باشد که شرایط تولید آن با محموله مورد معامله تفاوت دارد.

اصلاحات CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism) در پاییز ۲۰۲۵، بار دیگر اهمیت آماده بودن این اطلاعات را نشان داد. ساده‌ترشدن بعضی تشریفات، نیاز همه تولیدکنندگان به پاسخ‌گویی درباره انتشار را از بین نمی‌برد. برای کارخانه، آماده‌سازی داده پیش از درخواست فوری مشتری، کار را منظم‌تر می‌کند.

اول، موضوع ادعا را مشخص کنیم

آیا درباره فولاد خام صحبت می‌کنیم یا محصول نوردشده؟ کدام مرحله‌های تولید در محاسبه دیده شده‌اند؟ عدد، میانگین یک دوره است یا به محصول خاصی ارتباط دارد؟ پاسخ این پرسش‌ها باید همراه اطلاعات نگهداری شود تا مقایسه‌ها بر پایه تعریف مشترک انجام شوند.

سپس باید معلوم باشد داده از کجا آمده است. مصرف ثبت‌شده، برآورد و مقدار محاسبه‌شده، وضعیت یکسانی ندارند. اگر بخشی از پرونده بر فرض تکیه دارد، آن فرض باید قابل مشاهده و بازبینی باشد. ظاهر دقیق یک عدد، جای پشتوانه آن را نمی‌گیرد.

سوابق را قابل پیگیری نگه داریم

برای هر داده، دوره، واحد اندازه‌گیری و مسئول ثبت لازم است. اصلاح

بعدی نیز باید معلوم باشد تا دو واحد، نسخه‌های متفاوت را به مشتری ندهند. هدف از این نظم، افزایش فرم‌ها نیست؛ جلوگیری از پاسخ‌های ناسازگار است.

فروش نیز بخشی از کار را بر عهده دارد. متن معرفی محصول نباید از چیزی که تیم فنی می‌تواند پشتیبانی کند فراتر برود. اگر کاهش انتشار به بخشی از فرایند مربوط است، تعمیم آن به کل فعالیت شرکت، ادعای دیگری ایجاد می‌کند.

مرز محاسبه را روشن کنیم

محاسبه‌ای که برای تصمیم فروش یا انطباق به کار می‌رود، پیش از هر چیز به مرز روشن نیاز دارد. مرز می‌گوید کدام واحد، مرحله و ماده در عدد نهایی وارد شده‌اند. برای محصول فولادی، مصرف برق و سوخت در فرایند تولید، سهم مواد واسطه‌ای و شیوه تخصیص انتشار باید با همان چارچوبی سنجیده شوند که مقرره یا مشتری درخواست کرده است. عددی با مرز متفاوت، حتی اگر درست محاسبه شده باشد، پاسخ پرسش خریدار نیست. بنابراین نخست باید پرسید چه کالایی، از کدام کارخانه و در چه بازه‌ای موضوع ارزیابی است.

در مسیر کوره قوس الکتریکی، برق و کیفیت و سهم قراضه یا آهن اسفنجی می‌توانند بر نتیجه اثر بگذارند. در مسیر کوره بلند، مصرف کربن‌زا و آماده‌سازی مواد اولیه نقش دیگری دارد. این تفاوت‌ها نباید به داوری ساده درباره «پاک‌تر بودن» یک مسیر تبدیل شوند؛ نتیجه به شرایط واقعی کارخانه، ترکیب ورودی و مرز محاسبات وابسته است. حتی دو واحد با فناوری مشابه ممکن است به‌سبب ترکیب انرژی، بهره‌وری و دامنه محصول، ارقام متفاوتی داشته باشند. مقایسه معتبر فقط با روش یکسان و توضیح مفروضات امکان‌پذیر است.

ردپای داده را حفظ کنیم

شرکت باید بداند کدام عدد اندازه‌گیری شده، کدام برآورد است و کدام از مقدار پیش‌فرض مقررات گرفته شده است. برای داده اندازه‌گیری‌شده، ابزار و دوره ثبت، مسئول نگهداری و وضعیت کالیبراسیون اهمیت دارد. برآورد باید روش و فرض خود را آشکار کند. مقدار پیش‌فرض نیز باید با دامنه و شرایط استفاده آن مقرره خوانده شود. ترکیب این سه نوع داده در یک خروجی ممکن است لازم باشد، اما طبقه‌بندی و سهم هرکدام باید حفظ شود. اعشار بیشتر یا نمودار رنگی، کیفیت مبنا را بهتر نمی‌کند. یک دفتر ثبت ساده می‌تواند از اختلاف‌های پرهزینه جلوگیری کند. برای مصرف انرژی، سوخت، تولید محصول و مواد ورودی، واحد اندازه‌گیری و دوره گزارش یکسان تعیین شود. داده‌های سامانه‌های تولید، انبار و مالی باید با شناسه مشترک به هم متصل شوند؛ اگر نام محصول یا شماره ذوب در دو سامانه متفاوت باشد، تطبیق محموله دشوار خواهد شد. تغییر داده حذف نشود: نسخه قبلی، زمان اصلاح، دلیل تغییر و مسئول آن ثبت شوند. چنین ردپایی امکان بازبینی را فراهم می‌کند و مانع از آن می‌شود که دو واحد شرکت ارقام ناسازگار به مشتری بدهند.

در فولادهای چندمرحله‌ای، داده مواد واسطه‌ای نیز اهمیت دارد. تولیدکننده باید مشخص کند کدام پیش‌ماده در روش محاسبه مرتبط است و اطلاعاتش از چه منبعی آمده است. جمع‌کردن بی‌تمایز انتشار همه حلقه‌ها می‌تواند به دوباره‌شماری منجر شود؛ حذف مرحله‌ای که در مرز لازم است نیز نتیجه را ناقص می‌کند. از تأمین‌کننده باید اطلاعات قابل استفاده با دوره، واحد و روش مشخص خواست. اگر بخشی از اطلاعات موجود نیست، خلأ باید آشکار بماند و با عدد حدسی پوشانده نشود.

قابلیت مقایسه و راستی‌آزمایی

کیفیت عدد وقتی معنا دارد که امکان مقایسه فراهم باشد. مشتری ممکن است دو گرید یا دو پیشنهاد را کنار هم بگذارد، اما اگر یکی بر اساس انتشار مستقیم و دیگری با احتساب برق و مواد واسطه‌ای محاسبه شده باشد، رتبه‌بندی گمراه‌کننده خواهد بود. شرکت باید همراه عدد، تعریف محصول، مرز محاسبه، دوره، روش تخصیص و محدودیت‌های داده را ارائه کند. اگر روش‌های دو طرف متفاوت‌اند، این تفاوت پیش از نتیجه‌گیری بیان شود. شفافیت در تفاوت‌ها از پنهان‌کردن آنها حرفه‌ای‌تر است.

آمادگی برای بازبینی نباید به روزهای پایانی دوره موکول شود. واحد محیط‌زیست یا انرژی می‌تواند دستورالعمل پایش و فهرست منابع را تهیه کند؛ تولید، فروش و مالی نیز باید مسئولیت ثبت داده‌های خود را بدانند. بازبینی داخلی منظم به یافتن شکاف‌ها کمک می‌کند، اما با تأیید مرجع مستقل یکی نیست. پیش از ارائه پرونده، محاسبات باید با اسناد مصرف و تولید تطبیق داده شوند و معلوم باشد هر رقم را چه کسی تأیید کرده است. این نظم، احتمال پاسخ متناقض در برابر پرسش‌های مشتری را کاهش می‌دهد.

پرونده معتبر، تضمین فروش نیست؛ اما به گفت‌وگوی تجاری کمک می‌کند. کارخانه‌ای که بتواند توضیح دهد محصولش با چه روش و بر پایه چه اطلاعاتی ارزیابی شده، برای پاسخ به پرسش خریدار آماده‌تر است. اعتبار ادعای محیط زیستی از همین توان توضیح دادن آغاز می‌شود.



آب در فولادسازی؛ از مصرف تا تاب‌آوری

وقتی از پایداری صنعت فولاد صحبت می‌شود، بحث معمولاً به انرژی و انتشار کربن می‌رسد؛ درحالی‌که آب نیز در خنک‌کاری، شست‌وشوی گاز، پوسته‌زدایی، تولید بخار و خدمات جانبی کارخانه نقش دارد. در مناطقی که آب محدود یا کیفیت آن متغیر است، مدیریت این منبع مستقیماً با تداوم تولید پیوند می‌خورد. پرسش مدیریتی فقط این نیست که کارخانه در یک سال چند مترمکعب آب مصرف کرده است؛ باید روشن شود آب از کجا می‌آید، در کدام فرایند استفاده می‌شود، چه بخشی بازمی‌گردد و در شرایط محدودیت، کدام عملیات آسیب‌پذیرتر است.

مرز اندازه‌گیری را درست تعریف کنیم

مقایسه عدد مصرف آب بدون تعریف مرز، می‌تواند گمراه‌کننده باشد. برداشت آب تازه با آب در گردش داخل مدار یکی نیست و حجم آب ورودی به سایت نیز با مصرف خالص یا تخلیه پساب تفاوت دارد. کارخانه‌ای با مدارهای بازچرخانی گسترده ممکن است جریان داخلی بزرگی داشته باشد، اما برداشت تازه کمتری ثبت کند. در مقابل، کاهش برداشت آب تازه لزوماً به معنای کاهش فشار بر محیط نیست، اگر پساب با کیفیت نامناسب تخلیه شود یا انتقال آب از حوضه‌ای دیگر به کارخانه، فشار را فقط جابه‌جا کرده باشد. بنابراین گزارش‌دهی باید دست‌کم برداشت، مصرف، بازچرخانی و تخلیه را جداگانه نشان دهد.

نقشه آب کارخانه، نقشه فرایند است

برای ساختن تصویر قابل اتکا، واحد محیط‌زیست نباید به قبض ورودی سایت اکتفا کند. اندازه‌گیری در نقاط اصلی مصرف، نقشه جریان آب را به نقشه فرایند متصل می‌کند: مدار خنک‌کاری کوره یا ریخته‌گری، تصفیه‌خانه، شست‌وشو، غبارگیری و مصارف عمومی. هر کنتور باید شناسه، محدوده پوشش، دوره کالیبراسیون و مسئول ثبت داشته

باشد. اگر آب یک مدار از چند واحد عبور می‌کند، باید معلوم شود مصرف به کدام محصول یا مرحله نسبت داده می‌شود. این تفکیک قرار نیست از روز نخست پیچیده باشد؛ یک تراز ساده ورودی و خروجی برای هر مدار اصلی، محل اختلاف داده‌ها را آشکار می‌کند.

بازچرخانی، انتخاب مهندسی است

بازچرخانی آب معمولاً فرصت کاهش برداشت را فراهم می‌کند، اما نسخه یکسانی برای همه کارخانه‌ها ندارد. کیفیت آب مورد نیاز هر مصرف متفاوت است: آب خنک‌کاری، آب شست‌وشو و آب مورد استفاده در تجهیزات حساس مشخصات یکسانی نمی‌خواهند. تصفیه بیشتر ممکن است به مواد شیمیایی، لجن، انرژی و نگهداری اضافه نیاز داشته باشد. به همین دلیل، تصمیم درباره بازچرخانی باید هم‌زمان کیفیت مورد نیاز، خوردگی، رسوب، دما، مصرف برق پمپ‌ها، هزینه تصفیه و مسیر دفع باقیمانده را در نظر بگیرد. اگر بار انرژی تصفیه به‌طور محسوس بالا رود، بخشی از منفعت محیطی کاهش می‌یابد؛ این همان پیوندی است که گزارش‌های مدیریت آب صنعت فولاد بر آن تأکید می‌کنند.

ریسک حوضه آبریز را وارد برنامه تولید کنیم

میزان بارندگی سالانه به‌تنهایی شاخص امنیت آبی یک کارخانه نیست. رقابت با مصرف شهری و کشاورزی، کیفیت آب خام، محدودیت‌های قانونی، فاصله منبع تا سایت و امکان جایگزینی، تصویر واقعی‌تری می‌سازند. واحد برنامه‌ریزی می‌تواند برای شرایط عادی، هشدار و محدودیت شدید، سناریوهای عملیاتی تعریف کند: کدام مدارها اولویت دارند، چه ذخیره‌ای لازم است، کدام محصولات یا شیفت‌ها انعطاف‌پذیرند و چه زمانی باید تعمیرات برنامه‌ریزی‌شده جلو بیفتد. این سناریوها باید با مجوز برداشت و برنامه حوضه سازگار باشند؛ ذخیره‌سازی بیشتر، اگر از برداشت ناپایدار پر شود، راهکار تاب‌آوری محسوب نمی‌شود.

به شاخص‌های قابل تصمیم برسیم

یک شاخص کلی مانند مترمکعب بر تن فولاد خام برای پایش روند مفید است، اما همه تفاوت‌ها را توضیح نمی‌دهد. تغییر ترکیب محصول، نرخ بهره‌برداری، توقفات یا استفاده از خطوط متفاوت می‌تواند شدت مصرف را عوض کند. بهتر است شاخص کل در کنار چند شاخص فرایندی گزارش شود و هر تغییر با شرایط تولید همان دوره تفسیر شود. تیم باید بداند کاهش عدد ناشی از بهبود واقعی مدار بوده یا فقط از افت تولید و تغییر سبد محصول آمده است. برای پروژه‌های صرفه‌جویی نیز خط مبنای قبل از اجرا، روش محاسبه، هزینه نگهداری و نتیجه پس از راه‌اندازی ثبت شود؛ تخمین طراحی به جای عملکرد واقعی ننشیند.

مسئولیت مشترک، نه پروژه یک واحد

مدیریت آب به همکاری تولید، تعمیرات، انرژی، آزمایشگاه، تدارکات و محیط‌زیست نیاز دارد. اپراتور نخستین کسی است که تغییر فشار، دما، کدورت یا نشتی را می‌بیند؛ تعمیرات باید زمان پاسخ و قطعات بحرانی را مشخص کند؛ آزمایشگاه کیفیت آب را در نقاط حساس پایش کند؛ و مدیریت، شاخص‌ها و اختیار اقدام را روشن سازد. جلسه ماهانه می‌تواند فقط سه پرسش داشته باشد: کدام مدار از محدوده خود خارج شد؟ چه تصمیمی گرفته شد؟ آیا مسئله تکرار شد؟ چنین روالی، داده را از گزارش تشریفاتی به ابزار حل مسئله تبدیل می‌کند.

مسیر اجرایی کم‌هزینه‌تر

شروع مؤثر الزاماً به سامانه نرم‌افزاری بزرگ نیاز ندارد. ابتدا تراز آب مدارهای اصلی را تهیه کنید، نقاط فاقد اندازه‌گیری را علامت بزنید، داده‌های چند ماه را با تولید همان ماه کنار هم بگذارید و نوسان‌های غیرعادی را با تیم عملیات بررسی کنید. سپس برای دو یا سه فرصت مشخص، مانند نشت، سرریز، شست‌وشوی بیش از نیاز یا تنظیم نامناسب برج خنک‌کن، اقدام اصلاحی تعریف کنید. هر اقدام باید مالک، زمان، هزینه و معیار پذیرش داشته باشد. اگر نتایج قابل تکرار بود، توسعه کنتورها یا سامانه پایش به اولویت بعدی تبدیل می‌شود.

آب در فولادسازی موضوعی جدا از بهره‌وری و تداوم تولید نیست. کارخانه‌ای که فقط برداشت کل را گزارش می‌کند، نقاط بحرانی و ریسک تأمین را پنهان نگه می‌دارد. تصمیم بهتر از مرزبندی روشن، اندازه‌گیری فرایندی، سنجش کیفیت، ارزیابی تبعات انرژی و شناخت وضعیت حوضه آبریز آغاز می‌شود. شاخص معتبر باید توضیح دهد چه چیزی تغییر کرده و چه تصمیمی را پشتیبانی می‌کند. در نهایت، تاب‌آوری آبی با یک عدد یا سرمایه‌گذاری منفرد به دست نمی‌آید؛ نتیجه مجموعه‌ای از مدارهای درست طراحی‌شده، داده قابل اعتماد و مسئولیت روشن در زمان محدودیت است



کیفیت قراضه؛ حلقه پنهان فولادسازی ثانویه

افزایش استفاده از قراضه می‌تواند به حفظ منابع و کاهش نیاز به آهن اولیه کمک کند، اما «قراضه» یک ماده یکنواخت نیست. ترکیب شیمیایی، اندازه، چگالی، میزان زنگ‌زدگی، روغن، رطوبت و وجود قطعات ناخواسته بر شارژ کوره و کیفیت مذاب اثر می‌گذارند. در فولادسازی، ارزان‌ترین محموله همیشه اقتصادی‌ترین خوراک نیست؛ اگر یک محموله نوسان ترکیب ایجاد کند، هزینه در مصرف فروآلیاژ، زمان ذوب، جداسازی محصول یا محدودشدن کاربرد نهایی ظاهر می‌شود. بنابراین خرید قراضه باید از معامله بر مبنای وزن به مدیریت مشخصات و ریسک مواد ورودی ارتقا یابد.

همه ناخالصی‌ها یکسان نیستند

بخشی از ترکیبات ناخواسته در سرباره یا غبار فرایند جدا می‌شوند، اما برخی عناصر با روش‌های معمول فولادسازی به‌سادگی حذف نمی‌شوند. مس و قلع از عناصر باقی‌مانده‌ای هستند که حضورشان می‌تواند پنجره انتخاب محصول یا عملیات گرم را محدود کند؛ مقدار و اثر آن‌ها به گرید، ترکیب شارژ و مسیر فرایندی وابسته است. مقاله‌های متالورژی درباره قراضه نشان می‌دهند که اختلاط قراضه‌های پایان عمر و جداسازی ناکافی می‌تواند بار عناصر باقیمانده را بالا ببرد. این به معنای نامناسب بودن همه قراضه‌های بازیافتی نیست؛ معنایش این است که منبع، ترکیب و کاربرد مقصد باید با یکدیگر تطبیق داده شوند.

طبقه‌بندی تجاری را به داده فنی وصل کنیم

کد تجاری فروشنده برای خرید و حمل لازم است، اما همیشه به‌تنهایی برای پیش‌بینی رفتار ذوب کافی نیست. مشخصات پذیرش باید روشن کند هر گروه قراضه با چه معیارهایی ارزیابی می‌شود: ابعاد و ضخامت، چگالی ظاهری، مواد غیرفلزی، آلودگی روغنی، رطوبت، بسته‌بندی و

دامنه عناصر مورد نگرانی. الزام آزمایشگاهی برای هر محموله ممکن است هزینه‌بر باشد؛ بنابراین طرح نمونه‌برداری مبتنی بر ریسک می‌تواند گروه‌های تأمین‌کننده و محموله‌های پرریسک را در اولویت بگذارد. تناوب آزمون باید پس از مشاهده نتایج واقعی تنظیم شود، نه صرفاً بر اساس یک جدول ثابت.

زنجیره ردیابی از باسکول شروع می‌شود

برای اینکه داده شیمیایی به تصمیم خرید کمک کند، نتیجه نمونه باید به شماره محموله، فروشنده، زمان ورود و محل تخلیه پیوند بخورد. نمونه بدون شناسه، حتی اگر با دستگاه دقیق سنجیده شود، به تصمیم بعدی متصل نیست. مسیر اجرایی می‌تواند شامل ثبت توزین، نمونه‌برداری تعریف‌شده، عکس‌برداری از آلودگی‌های آشکار، ثبت نتیجه آنالیز و برچسب‌گذاری محموله در انبار باشد. هنگام شارژ نیز باید مشخص شود کدام محموله و چه نسبتی از آن در ذوب استفاده شده است. بدین ترتیب، اگر کیفیت محصول یا الگوی مصرف تغییر کند، کارخانه می‌تواند به جای حدس درباره علت، ترکیب خوراک همان ذوب را بررسی کند.

تصمیم شارژ یک مسئله متالورژیکی و اقتصادی است

وقتی محموله‌ها از نظر کیفیت متفاوت‌اند، انتخاب نسبت شارژ فقط کار تدارکات نیست. متالورژیست باید حدود قابل قبول محصول را مشخص کند، برنامه‌ریز موجودی را با برنامه تولید تطبیق دهد و خرید هزینه تحویل‌شده و ریسک مشخصات را بسنجد. قراضه باقیمانده بالاتر شاید در محصولی با تلرانس مناسب قابل استفاده باشد، ولی برای گرید حساس‌تر به اختلاط یا رقیق‌سازی با آهن اولیه نیاز داشته باشد. این تصمیم نباید به فرمول عمومی تبدیل شود؛ شرایط هر کوره، کیفیت مواد شارژ، محدودیت‌های محیطی و قرارداد مشتری مهم‌اند. در مقابل، رد خودکار محموله‌ای که هنوز با روش معتبر ارزیابی نشده نیز می‌تواند هزینه و اتلاف مواد ایجاد کند.

آزمون باید از ورودی تا محصول امتداد یابد

ترکیب شیمیایی قراضه تنها یک ورودی پیش‌بینی‌کننده است. برای ارزیابی اثر واقعی، نتایج آنالیز مذاب، افزودن فروآلیاژ، زمان ذوب، مصرف انرژی، افت فلزی، کیفیت بیلت یا محصول نهایی و عدم انطباق مشتری باید کنار هم دیده شوند. داده‌ها باید به تفکیک نوع محصول و شرایط عملیاتی تحلیل شوند؛ وگرنه ممکن است تفاوت کوره یا اپراتور به اشتباه به کیفیت قراضه نسبت داده شود. یک گروه مشترک متالورژی، تولید و کیفیت می‌تواند دوره‌ای نمونه‌ای از ذوب‌ها را مرور کند و تعیین کند آیا روش طبقه‌بندی و نمونه‌برداری با رفتار واقعی مواد هم‌خوان است.

قرارداد تأمین، ابزار کنترل کیفیت است

توافق با فروشنده باید معیارهای قابل سنجش، شیوه نمونه‌برداری، روش حل اختلاف، زمان اعلام نتیجه و نحوه برخورد با محموله خارج از مشخصات را بیان کند. عبارت‌های کلی مانند «قراضه تمیز» یا «کیفیت درجه یک» جای حد پذیرش و روش آزمون را نمی‌گیرند. اگر نتیجه آزمایشگاه کارخانه مبنای تسویه است، زنجیره نگهداری نمونه و امکان آزمون متقابل نیز باید تعریف شود. همکاری با تأمین‌کننده می‌تواند به تفکیک بهتر در مبدأ یا کاهش اختلاط کمک کند، اما بدون بازخورد داده‌ای، انگیزه و توان اصلاح در زنجیره شکل نمی‌گیرد. نتیجه‌های محموله‌ها را به‌صورت منظم و قابل فهم به تأمین‌کننده برگردانید.

اقتصاد محموله را با هزینه کل بسنجیم

قیمت خرید به ازای هر تن فقط یک جزء مقایسه است. حمل، آماده‌سازی، افت وزنی، زمان تخلیه، مصرف فروآلیاژ، محدودیت محصول و احتمال دوباره‌کاری باید در هزینه کل دیده شوند. این محاسبه نیازمند داده کارخانه است و از یک بنچمارک عمومی به دست نمی‌آید. اگر هزینه‌های جانبی برآوردی‌اند، باید از هزینه‌های اندازه‌گیری‌شده جدا بمانند. مدل خریدی که کیفیت را نادیده می‌گیرد ممکن است در کوتاه‌مدت ارزان به نظر برسد، اما ریسک محصول و برنامه تولید را بالا ببرد. مدل بیش از حد سختگیرانه نیز می‌تواند دامنه عرضه را بی‌دلیل محدود کند. معیار مناسب با آزمون محموله و نتایج تولید بازبینی می‌شود.

قراضه باکیفیت را نمی‌توان فقط با ظاهر یا نام تجاری تعریف کرد. کارخانه به مشخصات پذیرش، نمونه‌برداری ردیابی‌پذیر، تحلیل متناسب با ریسک و پیوند داده خوراک به نتایج محصول نیاز دارد. این ساختار به فروشنده و خریدار کمک می‌کند درباره اختلاف کیفیت بر پایه شاهد گفت‌وگو کنند و مواد متناسب با گرید مصرف شوند. هدف، حذف قراضه متنوع از زنجیره نیست؛ هدف، شناخت محدودیت آن و استفاده مسئولانه از ترکیب مناسب است. هرچه بازار قراضه مهم‌تر شود، مزیت رقابتی به توان تفکیک و مدیریت کیفیت مواد ورودی وابسته‌تر خواهد بود.



ردیابی بار از شناسه محصول آغاز می‌شود

برای تحویل درست، لازم است که سفارش، بسته، گواهی کیفیت و بارنامه به یک کالا اشاره کنند.

محصول مطابق مشخصات تولید شده است، اما هنگام تحویل، شماره بسته با سند همراه آن تطابق ندارد. اکنون باید روشن شود خطا از کجا آمده و کدام اطلاعات درست است. برچسب‌زدن در دروازه خروج، به‌تنهایی از چنین وضعی جلوگیری نمی‌کند؛ هویت محصول باید از مراحل قبل همراه آن باشد.

از سفارش تا بسته

در طراحی ردیابی، نخست باید رابطه سفارش، شناسه تولید و بسته روشن شود. اگر بخشی از یک بسته به سفارش دیگری تخصیص می‌یابد یا بسته دوباره تشکیل می‌شود، تغییر باید در سابقه دیده شود. در غیر این صورت، فایل‌ها درست به نظر می‌رسند، اما به وضعیت فعلی بار مربوط نیستند. این منطق، ادامه همان پیوند داده در طول فرایند است که در راهکارهای میان‌فرایندی مطرح می‌شود. نتیجه آزمون کیفیت باید به همان محصولی متصل بماند که در نهایت از کارخانه خارج می‌شود.

«آماده ارسال» را یکسان تعریف کنیم

تولید ممکن است پایان ساخت را آماده‌بودن بداند، انبار تکمیل بسته‌بندی را و فروش، آماده‌شدن مدارک را. اگر این تفاوت در سامانه پنهان بماند، اعلام آمادگی یک واحد می‌تواند برای واحد دیگر معنای اشتباهی داشته باشد.

بهتر است وضعیت‌ها جدا و روشن باشند: تولید تمام شده، کنترل کیفیت انجام شده، بسته آماده است و مدارک تکمیل شده‌اند. برنامه حمل در این صورت می‌تواند بر اساس مرحله واقعی کار تنظیم شود.

تغییرها را ثبت کنیم

تعویض وسیله حمل، کسری بار، اصلاح سند یا تغییر بسته‌بندی باید مسئول و سابقه داشته باشد. اتکا به تماس شفاهی، پیگیری بعدی را دشوار می‌کند؛ به‌ویژه وقتی افراد یا شیفت‌ها عوض می‌شوند.

در هنگام بارگیری نیز تطبیق نهایی بار و سند لازم است. روش آن باید با امکانات و رویه کارخانه سازگار باشد. هدف، اطمینان از این است که محصول درست، برای مشتری درست و با اطلاعات درست خارج می‌شود.

از زمان انتظار، علت استخراج کنیم

مجموع زمان خروج یک محموله، همه مسئله را نشان نمی‌دهد. انتظار برای خودرو یا انتظار برای گواهی ناقص، راه‌حل یکسانی ندارد. تفکیک علت‌ها کمک می‌کند اصلاح در جای درست انجام شود.

مدل داده را پیش از انتخاب ابزار روشن کنیم

شناسه یکتا زمانی مفید است که همه واحدها بدانند به چه چیزی اشاره می‌کند. سفارش، ذوب، کلاف یا بسته، گواهی آزمون و وسیله حمل شناسه‌های متفاوتی دارند و نباید به‌جای یکدیگر استفاده شوند. کارخانه لازم نیست همه این موارد را به یک شماره تبدیل کند؛ باید رابطه آن‌ها را ثبت کند. برای مثال، شناسه بسته می‌تواند به چند بچ تولید و یک سفارش پیوند داشته باشد و سند کیفیت نیز به همان محدوده محصول ارجاع دهد. قواعد نام‌گذاری باید در دستورالعمل کوتاهی تعریف شوند تا سامانه‌های فروش، انبار و تولید از کدهای ناسازگار استفاده نکنند. پیش از خرید نرم‌افزار، یک نمونه واقعی از سفارش تا خروج بار را روی کاغذ ترسیم کنید و نقاطی را که شناسه تولید می‌شود یا تغییر می‌کند مشخص سازید.

استثناها باید بخشی از جریان کار باشند

فرایند واقعی همیشه مطابق برنامه پیش نمی‌رود: بسته ممکن است آسیب ببیند، سفارش تغییر کند، گواهی اصلاح شود یا خودرو در آخرین لحظه عوض شود. سامانه‌ای که فقط مسیر مطلوب را ثبت کند، در زمان اختلاف همان بخش مهم سابقه را از دست می‌دهد. برای هر نوع استثنا، بهتر است زمان وقوع، شناسه بار، علت، اقدام انجام‌شده و تأییدکننده ثبت شود. این اطلاعات باید تغییر قبلی را پاک نکند؛ سابقه روشن نشان دهد چه چیزی، به دست چه کسی و در چه زمانی اصلاح شده است. سطح جزئیات باید متناسب باشد: یک ثبت کوتاه و منظم از توضیح‌های طولانی و غیرقابل جست‌وجو کاربردی‌تر است. در صورت اصلاح سند، نسخه معتبر نهایی باید مشخص باشد تا راننده، مشتری و واحد فروش ناخواسته از نسخه‌های متفاوت استفاده نکنند.

شاخص‌ها باید به تصمیم عملی منتهی شوند

داده ردیابی زمانی ارزش مدیریتی دارد که الگوی خطا را آشکار کند. کارخانه می‌تواند مواردی مانند مغایرت شناسه، نقص مدارک، بارگیری دوباره یا انتظار برای تکمیل پرونده را در یک بازه ثابت دسته‌بندی کند. شمارش خام به‌تنهایی کافی نیست: افزایش گزارش خطا ممکن است ناشی از ثبت دقیق‌تر باشد، نه بدترشدن عملکرد. مقایسه باید با حجم سفارش یا تعداد محموله و با تعریف ثابت انجام شود. سپس مدیر باید بپرسد کدام علت قابل پیشگیری است، کدام واحد اختیار اصلاح دارد و اقدام بعدی چگونه سنجیده خواهد شد. اگر انتظار برای سند بیش از تأخیر حمل تکرار می‌شود، تغییر برنامه اعزام خودرو مسئله را حل نمی‌کند. شاخص مناسب چرخه‌ای می‌سازد: مشاهده، یافتن علت، اقدام محدود، و بررسی دوباره نتیجه.

اجرای مرحله‌ای، خطای ثبت را زود آشکار می‌کند

برای شروع، یک خانواده محصول یا مسیر پرتکرار انتخاب شود؛ انتخاب باید بر مبنای مسئله روشن باشد، نه صرفاً آسان‌بودن نمایش فناوری. کارکنان باید بتوانند یک سفارش واقعی را از ایجاد شناسه تا تحویل دنبال کنند و هنگام وقوع استثنا آن را ثبت کنند. در دوره آزمایشی، خطاهای ورود اطلاعات، زمان انجام کار، موارد مغایرت و نیازهای اصلاحی یادداشت شود. معیار پذیرش نیز پیشاپیش تعریف شود: آیا اسناد به بار درست متصل‌اند؟ آیا کاربر شیفت دیگر می‌تواند سابقه را بیابد؟ آیا اصلاح بدون حذف ردپای قبلی انجام می‌شود؟ اگر پاسخ منفی است، دامنه را بزرگ‌تر نکنید. آموزش کوتاه در محل کار و راهنمای قابل دسترس از اتکا به جلسه آغازین مؤثرتر است. پس از پایدارشدن روش، گسترش آن به محصولات یا انبارهای دیگر می‌تواند با تفاوت‌های هر مسیر سازگار شود.

هنگام تحویل، شناسه بسته باید با سفارش، گواهی و بارنامه تطبیق داده شود. چک‌لیست کوتاه خروج می‌تواند این کنترل را در فرایند روزانه جا بیندازد؛ موارد استثنا نیز باید پیش از حرکت خودرو به مسئول مشخص ارجاع شوند.

ردیابی خوب فقط برای روز شکایت نیست. باید پیش از خروج بار، احتمال اشتباه را کمتر کند و در صورت بروز اختلاف، امکان پیدا کردن پاسخ را بدهد. ارزش سامانه در همین کمک روزمره به تحویل است.



کارکنان را برای استفاده از فناوری آماده کنیم

آموزش زمانی نتیجه دارد که فرد بتواند وظیفه مشخصی را درست انجام دهد؛ حضور در کلاس کافی نیست.

سامانه تازه نصب شده، اما کارکنان برای استفاده از آن هنوز به کمک تیم پروژه نیاز دارند. این وضعیت نشان می‌دهد آموزش را نباید به جلسه معرفی نرم‌افزار محدود کرد. فرد باید بداند اطلاعات را چگونه بخواند، در چه شرایطی به نتیجه اعتماد کند و کدام موضوع را به مسئول بالاتر ارجاع دهد.

در فهرست نامزدهای جایزه استیلی ۲۰۲۵، شرکت فولاد چین (CSC) پروژه‌ای با عنوان «سامانه نسل جدید آموزش عملیاتی و کمک به فرایندهای تولید با بهره‌گیری از فناوری دوقلوی دیجیتال» معرفی کرده است. این نمونه، توجه صنعت به استفاده از فناوری در آموزش را نشان می‌دهد. برای هر کارخانه، پرسش اصلی همچنان این است که آموزش چگونه به توانایی واقعی کارکنان تبدیل شود.

از کار مورد انتظار شروع کنیم

بهتر است دوره برای یک وظیفه طراحی شود. مثلاً کارآموز بتواند نقص یک رکورد را پیدا کند، وضعیت یک سفارش را دنبال کند یا هشدار سامانه را درست به مسئول مربوط ارجاع دهد. هدف روشن، انتخاب تمرین و روش ارزیابی را آسان‌تر می‌کند.

تمرین باید شرایط کار را تا حد ممکن بازتاب دهد. حفظ کردن نام گزینه‌های نرم‌افزار، با پیداکردن پاسخ یک مسئله تفاوت دارد. پس از تمرین، بازخورد مشخص لازم است: کدام بخش درست انجام شد و چه چیزی به تکرار نیاز دارد؟

کارکنان باتجربه را در طراحی شریک کنیم

کارکنان باتجربه می‌دانند ابهام‌ها معمولاً در کدام مرحله پیش می‌آیند. اگر نظرشان در طراحی سامانه و آموزش اثر داشته باشد، همکاری نیز معنادارتر

می‌شود. ثبت تجربه باید به اصلاح کار منتهی شود، نه فقط به جمع‌شدن فرم‌ها.

اختیار را روشن کنیم

فرد نباید میان توصیه سامانه و انتظار سرپرست گرفتار بماند. باید بداند چه تصمیمی در اختیار اوست و چه کاری به تأیید نیاز دارد. این موضوع با آموزش الگوریتم حل نمی‌شود؛ مسئولیت مدیریت در تقسیم کار است.

برای سنجش برنامه نیز بهتر است علاوه بر تعداد دوره‌ها، توانایی انجام وظیفه بررسی شود. مشاهده کار، تمرین موقعیتی و بازبینی خطاها می‌توانند تصویر روشن‌تری از یادگیری بدهند.

مهارت را از نقش کاری استخراج کنیم

یک برنامه واحد برای همه کاربران معمولاً نیازهای واقعی را پنهان می‌کند. اپراتور خط، کارشناس کیفیت، برنامه‌ریز تولید و مدیر شیفت با داده و اختیار یکسان روبه‌رو نیستند. پیش از طراحی دوره، برای هر نقش سه چیز را بنویسید: چه اطلاعاتی دریافت می‌کند، چه تصمیمی می‌گیرد و در چه وضعیتی باید کمک بخواهد. این کار از آموزش قابلیت‌هایی که فرد هرگز به آن نیاز ندارد جلوگیری می‌کند. همچنین باید سطح آغازین را شناخت؛ ممکن است یک نفر با سامانه‌های دیجیتال آشنا باشد، اما با منطق ثبت کیفیت یا قواعد توقف تولید آشنایی نداشته باشد. تمرین‌ها باید این تفاوت را در نظر بگیرند و از تحقیر یا برچسب‌زدن به کارکنان بپرهیزند. هدف، عبور از یک آزمون عمومی نیست؛ توانایی انجام وظیفه در محیط واقعی است.

تمرین امن، فاصله میان نمایش و کار را کم می‌کند

در کلاس می‌توان قابلیت سامانه را نشان داد، اما فهم کارکرد آن نیازمند تمرین است. نمونه‌های آموزشی باید از موقعیت‌های محتمل ساخته شوند: داده ناقص، هشدار تکراری، مغایرت میان نمایش و مشاهده، یا قطع ارتباط. اگر تمرین روی خط فعال، ایمنی یا تولید را به خطر می‌اندازد، از محیط آزمایشی یا داده نمونه استفاده شود و حدود آن روشن باشد. کارکنان باید بدانند اطلاعات تمرین واقعی نیست تا تصمیم آموزشی به‌اشتباه وارد سوابق تولید نشود. سناریو نیز باید از تجربه محل کار بیاید، نه فقط از راهنمای تأمین‌کننده. در پایان هر تمرین، گفت‌وگو درباره دلیل انتخاب کاربر مهم است: کدام نشانه را دید، به چه داده‌ای اعتماد کرد و چرا موضوع را ارجاع داد؟ پاسخ‌ها می‌توانند ابهام در طراحی صفحه یا دستورالعمل را آشکار کنند.

حد اختیار و مسئولیت انسانی را مشخص کنیم

کاربر باید بداند سامانه چه کاری انجام می‌دهد و چه چیزی همچنان نیازمند قضاوت انسانی است. اگر ابزار فقط هشدار می‌دهد، آموزش نباید آن را مجوز اقدام خودکار جلوه دهد. اگر توصیه‌ای در تعارض با رویه ایمنی یا دستور عملیاتی است، مسیر توقف و ارجاع باید واضح باشد. نام سرپرست یا نقش پاسخ‌گو، روش ثبت مورد و اطلاعاتی که باید همراه ارجاع ارسال شود، بهتر است پیش از راه‌اندازی تعیین شود. این شفافیت از سرزنش فردی که اختیار تصمیم نداشته جلوگیری می‌کند و به مدیر کمک می‌کند مرزهای فرایند را ببیند. تغییر در نرم‌افزار، محصول یا روش کار نیز می‌تواند نیاز آموزشی تازه ایجاد کند؛ بنابراین باید مشخص باشد چه کسی تغییر را اعلام می‌کند و کدام راهنمای قبلی دیگر معتبر نیست.

یادگیری پس از راه‌اندازی ادامه دارد

برنامه آموزشی با روز افتتاح سامانه تمام نمی‌شود. کارکنان تازه‌وارد، جابه‌جایی نقش‌ها، تغییر دستورالعمل و نسخه جدید فناوری می‌توانند نیاز به مرور ایجاد کنند. به‌جای تکرار کامل کلاس برای همه، می‌توان بازآموزی کوتاه را به تغییرهای اثرگذار پیوند زد و نسخه جاری راهنما را در دسترس نگه داشت. یادآوری دوره‌ای باید شامل راه بررسی خطا و درخواست کمک باشد، نه صرفاً فهرست دکمه‌ها. مدیر شیفت نیز باید زمان پرسش و تمرین را در کار روزانه ممکن کند. اگر آموزش فقط در ساعات خارج از کار ارائه شود، حضور و انتقال آن به وظیفه واقعی دشوار خواهد بود. بازخورد کارکنان درباره دشواری کار باید به تیم پروژه برسد تا مشکل فرایندی به عنوان «ضعف کاربر» ثبت نشود.

نتیجه را با شواهد کاری بسنجیم

تعداد شرکت‌کنندگان یا ساعت‌های آموزش فقط میزان برگزاری را نشان می‌دهد. برای فهمیدن اثر، می‌توان دید آیا فرد در سناریوی نمونه اطلاعات درست را پیدا می‌کند، خطای مشخصی را تشخیص می‌دهد و در صورت نیاز آن را به مسیر مناسب ارجاع می‌دهد. مشاهده کار، بازبینی رکوردهای ناقص و گفت‌وگوی ساختاریافته با سرپرستان شواهد مکمل فراهم می‌کنند. شاخص‌ها باید پیش از آموزش تعریف شوند و با شرایط و حجم کار تفسیر شوند؛ تغییر تعداد خطا به‌تنهایی اثبات نمی‌کند که دوره علت آن بوده است. اگر گروهی در یک گام خاص مشکل دارد، پاسخ ممکن است تمرین بیشتر، اصلاح صفحه، بازنویسی دستورالعمل یا روشن کردن اختیار باشد. بازبینی بعدی نشان می‌دهد کدام اقدام مفید بوده است. این چرخه، آموزش را از تکلیف اداری به بخشی از استقرار مسئولانه فناوری تبدیل می‌کند.

فناوری زمانی در کارخانه ماندگار می‌شود که کارکنان بتوانند با اطمینان از آن استفاده کنند. آموزش، بخشی از تحویل پروژه است و باید از همان زمان انتخاب راهکار در برنامه دیده شود.



از نمایشگاه با چه دستاوردی برگردیم؟

ارزش حضور صنعتی در مسئله‌هایی است که روشن‌تر می‌شوند و بررسی‌هایی که ادامه پیدا می‌کنند.

پیش از حضور، هدف را تعیین کنیم

شرکتی که چند نیاز مشخص همراه دارد، بهتر می‌تواند از گفت‌وگو با متخصصان استفاده کند. شرح وضعیت فعلی، محدودیت اجرا و خروجی مورد انتظار، پاسخ را دقیق‌تر می‌کند. لازم نیست اطلاعات محرمانه منتشر شود؛ مسئله را می‌توان در حد بررسی اولیه توضیح داد.

پس از ملاقات، گام بعد روشن باشد

ممکن است ادامه کار به جلسه فنی، دریافت گزارش آزمون یا بررسی نمونه داده نیاز داشته باشد. مسئول و نتیجه مورد انتظار این گام باید ثبت شود. جمله «در تماس خواهیم بود» به‌تنهایی برنامه پیگیری نیست.

کاتالوگ برای شناخت اولیه مفید است، اما تناسب راهکار با کارخانه را ثابت نمی‌کند. باید شرایط نمونه مرجع و تفاوت آن با محیط کار خود شرکت بررسی شود. همین بررسی گاهی مانع خریدی می‌شود که در نگاه نخست جذاب بوده است.

گزارش بازگشت، گزارش انتخاب باشد

برای مدیریت، دانستن اینکه کدام راهکار وارد بررسی شده و کدام کنار گذاشته شده، از شمار عکس‌ها و ملاقات‌ها کاربردی‌تر است. دلیل انتخاب و تشخیص مواردی که اطلاعات آن هنوز کم است نیز باید معلوم باشد. مرور داده‌های نیمه‌سال زنجیرهٔ فولاد نیز نیازمند مطالعهٔ جدول‌ها و روش تهیهٔ آن‌هاست؛ عنوان گزارش جای جزئیات را نمی‌گیرد.

برنامه بازدید را بر اساس نیاز اولویت‌بندی کنیم

در رویداد تخصصی، زمان و توجه محدود است. فهرستی کوتاه از مسئله‌های واقعی شرکت تهیه کنید و برای هر مورد، اطلاعات غیرمحرمانه‌ای را که می‌توان ارائه داد مشخص سازید. سپس غرفه‌ها،

نشست‌ها یا افراد مرتبط را با همان نیازها بسنجید. اولویت می‌تواند با راهکارهایی باشد که یک گلوگاه عملیاتی را هدف می‌گیرند، تجربه‌ای قابل بررسی دارند یا به فناوری مورد نیاز شرکت نزدیک‌اند. برنامه باید انعطاف داشته باشد؛ گفت‌وگوی مهم ممکن است در محل دیگری شکل بگیرد. با این حال، هدف از پیش‌تعیین‌شده کمک می‌کند بازدیدکننده میان محصولات جذاب اما نامرتبط و گزینه‌های قابل بررسی تفاوت بگذارد. اعضای تیم نیز می‌توانند مسئول حوزه‌های مختلف شوند و پس از هر روز یافته‌ها را با هم مرور کنند تا پرسش‌ها تکراری نمانند.

گفت‌وگوی فنی را از معرفی محصول فراتر ببریم

پرسش‌های مفید درباره محدوده کاربرد، شرایط مرجع، داده مورد نیاز و محدودیت‌های راهکار است. اگر عرضه‌کننده از دقت، صرفه‌جویی یا افزایش ظرفیت سخن می‌گوید، باید مبنای اندازه‌گیری، دوره ارزیابی و شرایطی را پرسید که نتیجه در آن به دست آمده است. این پرسش به معنای بدگمانی نیست؛ راهی است برای فهم اینکه تجربه ارائه‌شده تا چه اندازه به محیط کارخانه خودمان شباهت دارد. همچنین باید روشن شود چه چیزی آماده بهره‌برداری است و چه چیزی هنوز در مرحله توسعه یا آزمون قرار دارد. نمایش موفق در غرفه، به‌تنهایی عملکرد صنعتی را ثابت نمی‌کند. یادداشت‌برداری از پاسخ‌های دقیق و مواردی که پاسخ روشنی نگرفتند، پیگیری بعدی را هدفمند می‌کند.

گزینه‌ها را با معیار یکسان مقایسه کنیم

پس از رویداد، معرفی‌های متعدد ممکن است از نظر وعده و اصطلاحات فنی قابل مقایسه نباشند. برای هر گزینه، یک برگه ارزیابی ثابت داشته باشید: مسئله هدف، شواهد موجود، زیرساخت مورد نیاز، زمان و هزینه تقریبی، ریسک اجرا و پرسش‌های بی‌پاسخ. این اطلاعات نباید جای بررسی فنی یا مالی را بگیرد؛ هدف آن است که هیچ پیشنهاد صرفاً بر پایه ارائه روان یا رابطه شخصی جلو نیفتد. گزینه‌هایی که مسئله روشن ندارند یا داده کافی برای ارزیابی فراهم نمی‌کنند، می‌توانند در وضعیت «نیازمند اطلاعات» بمانند. جداکردن این وضعیت از رد قطعی، هم در را برای بررسی بعدی باز می‌گذارد و هم از تبدیل هر کارت ویزیت به پروژه فعال جلوگیری می‌کند.

پیگیری را به مراحل کوچک تبدیل کنیم

پس از هر ملاقات، یک اقدام بعدی با مسئول و موعد مشخص ثبت شود: ارسال مشخصات فنی، جلسه با تیم کیفیت، دریافت نمونه داده یا بررسی امکان بازدید از سایت. هر مرحله باید پرسش خودش را پاسخ دهد. دریافت کاتالوگ می‌تواند شناخت اولیه را بهتر کند، اما برای تصمیم خرید کافی نیست؛ ممکن است نیاز به آزمایش مستقل، ارزیابی امنیت، بررسی سازگاری یا گفت‌وگو با مشتری مرجع باشد. اگر اطلاعات حساس مطرح است، مسیر مجاز تبادل و سطح دسترسی را پیش از ارسال روشن کنید. در شرکت، مالک پیگیری باید نتیجه را در پرونده واحد ثبت کند تا ارتباط به حافظه یک نفر وابسته نماند. اگر گزینه پس از بررسی کنار گذاشته شد، دلیل کوتاه آن را هم بنویسید؛ این ثبت از شروع دوباره همان ارزیابی در رویداد بعدی جلوگیری می‌کند.

گزارش رویداد، تصویر عملکرد تیم باشد

شمار ملاقات‌ها یا تعداد بروشورهای جمع‌آوری‌شده، معیار کافی برای ارزش حضور نیست. گزارش مدیریتی می‌تواند نشان دهد چه مسئله‌هایی بررسی شد، کدام گزینه‌ها به مرحله ارزیابی رسیدند، چه اطلاعاتی هنوز لازم است و چه تصمیمی از سوی شرکت گرفته شده است. نتیجه گاهی منفی است: پیدا نشدن راهکار مناسب نیز می‌تواند از صرف هزینه نامتناسب جلوگیری کند.

در عین حال، نباید رابطه زمانی میان رویداد و نتیجه تجاری را به رابطه علت‌ومعلولی تبدیل کرد؛ قرارداد یا پروژه ممکن است به عوامل دیگری وابسته باشد. ارزیابی هزینه حضور نیز می‌تواند سفر، زمان کارکنان، آماده‌سازی، غرفه و فرصت ازدست‌رفته را در بر بگیرد. با مقایسه همین موارد میان رویدادها، شرکت می‌تواند درباره حضور، نوع مشارکت و اعضای تیم دوره بعد تصمیم مستندتری بگیرد.

ارتباط حرفه‌ای را پس از نمایشگاه حفظ کنیم

پیام پیگیری باید موضوع گفت‌وگو و گام توافق‌شده را یادآوری کند. پیام عمومی ارتباط را به فهرست نام‌ها تقلیل می‌دهد؛ مکاتبه کوتاه و متناسب با نیاز، پیگیری را روشن‌تر می‌کند. اسناد را فقط در صورت ضرورت بفرستید و دربارهٔ زمان پاسخ واقع‌بین باشید. کیفیت حضور را با تعداد پاسخ‌ها نسنجید؛ ببینید چه گفت‌وگوهایی به ارزیابی فنی یا تصمیم مشخص رسیده‌اند. رویداد پایان می‌یابد، اما ارزش آن در کارهای مسئول‌دار و قابل پیگیری پس از بازگشت است.

رویداد صنعتی زمانی نتیجه می‌دهد که ارتباط ایجادشده، در کار بعدی شرکت ادامه پیدا کند. دستاورد می‌تواند آغاز آزمون، یافتن متخصص مناسب یا حتی رد یک پیشنهاد نامتناسب باشد. ملاک، روشن‌ترشدن تصمیم است.



طرح آزمایشی صنعتی باید پایان و معیار پذیرش داشته باشد

همکاری شرکت نوپا با فولادساز، با توافق روشن درباره مسئله، داده و نتیجه آزمون بهتر پیش می‌رود.

شرکت نوپا می‌خواهد راهکارش را در محیط واقعی بیازماید و فولادساز می‌خواهد پیش از خرید، از تناسب آن مطمئن شود. طرح آزمایشی می‌تواند این دو نیاز را به هم برساند. اما اگر دامنه و معیار پایان روشن نباشد، آزمون ممکن است ماه‌ها ادامه یابد، بی‌آنکه تصمیمی درباره ادامه یا توقف گرفته شود.

دامنه را محدود و روشن کنیم

اگر قرار است عیبی در یک خط تشخیص داده شود، محصول، شرایط کار و داده مورد نیاز باید از ابتدا معلوم باشد. افزودن پی‌درپی گرید یا دستگاه تازه، پروژه را تغییر می‌دهد و باید به عنوان تغییر دامنه دیده شود.

معیار پذیرش نیز باید پیش از آزمون، مشخص باشد. دقت مدل، زمان پاسخ، امکان استفاده کارکنان و نیاز نگهداری، موضوع‌های متفاوتی هستند. ممکن است یک راهکار از نظر فنی امیدوارکننده باشد، اما هنوز برای کار روزمره آماده نباشد.

دسترسی به داده را جدی بگیریم

اطلاعات کارخانه می‌تواند شامل جزئیات فرایند، مشتری یا کارکنان باشد. طرفین باید درباره نوع دسترسی، نگهداری نسخه‌ها و وضعیت داده پس از پایان همکاری توافق کنند. حضور در سایت و اتصال تجهیزات نیز تابع روش‌های مصوب کارخانه است.

آزمون باید امکان ردشدن داشته باشد

اگر تنها نتیجه قابل قبول، تأیید راهکار باشد، طرح آزمایشی (پایلوت) ارزش تصمیم‌گیری خود را از دست می‌دهد. نتیجه منفی می‌تواند نشان دهد کاربرد انتخاب شده مناسب نیست یا داده کافی وجود ندارد. ثبت دلیل، به هر دو طرف برای انتخاب بعدی کمک می‌کند.

هزینه پس از موفقیت را ببینیم

استقرار نهایی فقط هزینه خرید ندارد. نگهداری، آموزش، تغییرهای آینده و دسترسی به اطلاعات نیز مهم‌اند. کارخانه باید بداند در غیاب تیم سازنده چگونه کار را ادامه می‌دهد و در صورت پایان قرارداد، چه چیزی در اختیارش می‌ماند.

مسئله را با خط مبنا صورت‌بندی کنیم

پیش از شروع آزمون باید روشن شود مسئله اکنون چگونه دیده می‌شود. اگر هدف کاهش توقف است، کارخانه باید تعریف توقف، بازه زمانی و منبع ثبت را مشخص کند. اگر مسئله تشخیص عیب است، نمونه‌های تأییدشده و روش فعلی بررسی لازم‌اند. بدون خط مبنا، مقایسه نتیجه پیش و پس از اجرای ابزار قابل اتکا نیست. اندازه‌گیری نیز باید با تغییرهای هم‌زمان فرایند تفسیر شود؛ جابه‌جایی شیفت، تعویض مواد یا تغییر برنامه تولید می‌تواند نتیجه را متأثر کند. طرح آزمایشی نمی‌تواند همه عوامل را حذف کند، اما ثبت شرایط آزمون کمک می‌کند ادعای نتیجه از واقعیت فراتر نرود. طرفین باید پیشاپیش بگویند چه داده‌ای برای قضاوت کافی است و چه محدودیتی در نتیجه باقی می‌ماند.

شرایط مقایسه را منصفانه نگه داریم

روش آزمون به مسئله بستگی دارد. ممکن است مقایسه یک دوره پیشین با دوره آزمایشی مناسب باشد، یا دو محدوده کاری با شرایط مشابه سنجیده شوند. در هر حال، تعریف معیار و روش ثبت باید ثابت بماند. اگر شمار خطاها گزارش می‌شود، مخرج مقایسه نیز روشن باشد؛ برای نمونه تعداد سفارش یا ساعت کار، بسته به مسئله. نتیجه امیدوارکننده نباید با گزینش روزهای مناسب یا حذف نمونه‌های ناموفق ساخته شود. مواردی که از آزمون کنار گذاشته می‌شوند و دلیل آن باید ثبت شوند. برای فناوری‌های پیش‌بینانه، جداکردن داده توسعه از داده ارزیابی اهمیت دارد تا عملکرد روی همان نمونه‌هایی که برای تنظیم استفاده شده‌اند، بیش از واقع برآورد نشود. گزارش ساده و قابل بازبینی، تصمیم را از ارائه نمایشی جدا می‌کند.

ایمنی و تولید، شرط ورود فناوری‌اند

هر آزمایش در محیط صنعتی باید با رویه‌های ایمنی و مجوزهای سایت هماهنگ باشد. تغییر تنظیمات تجهیز، نصب حسگر، اتصال شبکه یا دسترسی از راه دور، سطح ریسک یکسانی ندارد؛ ارزیابی را باید مسئولان مربوط کارخانه انجام دهند. تا زمانی که تأیید لازم صادر نشده، آزمون می‌تواند در محیط جدا یا با داده‌های تاریخی انجام شود. همچنین باید از ابتدا روشن شود آیا راهکار فقط پیشنهاد می‌دهد یا بر فرایند اثر مستقیم می‌گذارد. در حالت نخست هم کاربر باید بداند چه زمانی هشدار را نادیده نگیرد و چگونه خطا را گزارش کند. هیچ معیار تجاری نباید جای قواعد توقف ایمن را بگیرد. ثبت رخداد ناخواسته و اختیار توقف فوری، بخش طراحی آزمون است، نه مانعی که پس از آغاز به آن فکر شود.

زمان، هزینه و وابستگی را در نظر بگیریم

دوره آزمایشی رایگان الزاماً بی‌هزینه نیست. وقت کارشناسان، توقف یا کندشدن کار، آماده‌سازی داده، امنیت شبکه و نگهداری نیز منابع مصرف می‌کنند. پیش از شروع، بار کاری هر طرف و هزینه‌های احتمالی ثبت شود تا پروژه‌ای که منابع لازم ندارد نیمه‌تمام نماند. برنامه باید نقاط بررسی داشته باشد؛ در هر نقطه، ادامه، اصلاح محدود یا توقف امکان‌پذیر باشد. اگر برای موفقیت، داده بیشتری لازم می‌شود یا قابلیت تازه‌ای پیشنهاد می‌شود، اثر آن بر زمان و معیار پذیرش روشن شود. توافق درباره مالکیت داده، خروجی توسعه، دسترسی پس از پایان، حذف نسخه‌های اضافی و تحویل مستندات نیز باید پیش از شروع بررسی شود. این جزئیات در زمان اختلاف از تفسیرهای متعارض جلوگیری می‌کنند.

از نتیجه آزمون، تصمیم سرمایه‌گذاری بسازیم

پایان پایلوت باید جلسه تصمیم داشته باشد، نه صرفاً ارائه نهایی شرکت عرضه‌کننده. کارخانه می‌تواند نتیجه را در سه محور مرور کند: آیا مسئله اولیه بهتر فهمیده شد؟ آیا معیار از پیش تعیین‌شده برآورده شد؟ و برای استفاده مداوم چه هزینه، مهارت، زیرساخت و مسئولیتی لازم است؟ ممکن است نتیجه فنی مناسب باشد، اما مقیاس‌پذیری یا نگهداری هنوز روشن نباشد؛ چنین وضعی مجوز خرید گسترده نیست و می‌تواند به آزمون محدود بعدی منجر شود. اگر معیار محقق نشد، مستندکردن علت ارزش دارد: نقص داده، انتخاب نامناسب کاربرد، دشواری استفاده یا عملکرد ناکافی راهکار پاسخ‌های متفاوتی می‌طلبند. درس‌های ثبت‌شده همچنین می‌توانند به ارزیابی پیشنهادهای بعدی کمک کنند. همکاری صنعتی وقتی بالغ می‌شود که هر دو طرف امکان توقف محترمانه و استفاده از آموخته‌ها را بپذیرند.

پایلوت خوب وعده کلی را به آزمونی قابل داوری تبدیل می‌کند. در پایان، هر دو طرف باید بدانند چه چیزی آموخته‌اند و بر چه اساسی درباره گام بعد تصمیم می‌گیرند.

Jahan Foolad Gharb Named Kermanshah Province's Exemplary Standards-Compliant Company

Jahan Foolad Gharb Complex, a subsidiary of Shokri Industrial Group, was recognized at a ceremony honoring exemplary standards-compliant companies in Kermanshah Province. It was named one of the province's leading manufacturing units for quality and compliance with standards, highlighting the role of quality control and standardization in developing the steel industry in western Iran.

The ceremony was held on Wednesday, Aban 7, 1404, at Parsian Hotel in Kermanshah, attended by the provincial governor, the head of the Research Institute of Iran's National Standards Organization, and a number of provincial officials.

The complex was recognized for the quality of its products and its adherence to national standards. It operates in hot rolling and the production of steel sections, and is one of the industrial units active in Shokri Industrial Group's production chain.

Speaking on the sidelines of the ceremony, Mostafa Ahmadi-Pour, CEO of Jahan Foolad Gharb Complex, said the achievement was the result of the joint efforts of the company's employees, specialists, and managers. He emphasized the role of standardization in enhancing the credibility of steel producers.

He also cited the establishment of an in-house standardization office and ongoing cooperation with the Kermanshah Provincial Directorate of Standards as part of the company's efforts to strengthen a culture of quality and responsible production.

With a nominal annual production capacity of 300,000 tonnes, Jahan Foolad Gharb produces IPE, IPN, and H-beams. Its products are used in construction and civil engineering projects. The company supplies the domestic market and is also active in exports.



Reform of the Steel Export Currency Mechanism: Second Exchange Hall at the Center of Agreement Between Government and Producers

Dr. Bahram Sobhani, Chairman of the Iranian Steel Producers Association, announced an agreement with the Central Bank to allow steelmakers to offer part of their export earnings in the Second Hall of the Iran Exchange Center for Currency and Gold. He said the agreement was reached through the association's follow-up efforts and the efforts of the Minister of Industry, Mine and Trade.

Under the agreement, exporters of rolled products, including long products and cold-rolled and coated sheets, may offer up to 80% of their export earnings in the Second Hall and the remaining 20% in the First Hall. The Second Hall allocation is set at 60% for exporters of steel billets and slabs, 50% for direct-reduced iron, 30% for iron ore pellets, and 20% for iron ore concentrate.

Sobhani noted that, prior to this agreement, steel value-chain producers had been required to offer all their export earnings in the First Hall. He said this requirement applied while some other exporters were able to meet their foreign-currency repatriation obligations through methods such as one-time-use cards or legal barter arrangements involving imports of other goods. This difference in access to the market had caused dissatisfaction among steelmakers.

The association chairman said the association had represented producers in following up on the consequences of this situation, including reduced exports and the return of export earnings to the country. He added that more than



50% of the country's steel production needs to be exported. Steel companies, as exporters with clearly established legal identities, are required to repatriate and offer all their export earnings in accordance with Central Bank regulations.

He expressed hope that offering steelmakers' export currency in the Second Hall at a rate close to the market margin would strengthen export incentives and increase the flow of foreign currency into the country's economy.

by Majid Shafti

Where Does AI Begin on the Factory Floor?

The value of technology becomes clear when it improves a decision and the result is visible in day-to-day operations.

Machines generate data and software produces charts, yet decisions are still made as they were before. Simply purchasing another system cannot bridge this gap. Digital transformation creates value for a plant when it solves a defined problem: detecting defects earlier, retrieving equipment histories faster, or delivering customer orders with fewer errors.

In autumn 2025, new announcements of cooperation in artificial intelligence signalled growing industrial interest in the field. Their practical value, however, can only be established at the next stage, through a clearly defined project and its results.

Perhaps the most important starting question is this: what exactly should be done better? "Making the plant smart" is too broad an answer. Reducing errors in surface-defect detection or shortening the time needed to retrieve maintenance records, by contrast, allows a meaningful discussion of data, costs and outcomes. The clearer the problem, the more considered the choice of solution.

Production-line employees must be involved in that choice. Those who work with equipment every day recognise the difference between normal conditions and warning signs. Data analysts can help translate this experience into patterns that can be tested. Bringing these forms of expertise together increases the likelihood of choosing the right problem.

Management's responsibility goes beyond approving a budget. Project teams need time, authority and the freedom to report findings candidly. If every disappointing result is treated as a personal failure, reporting will drift towards the appearance of success. A trial must be allowed to demonstrate that a proposed solution is unsuitable; otherwise, it cannot support sound decisions.

Success measures must be chosen before work begins. Faster detection or lower scrap rates are meaningful only when a baseline and comparison period have been recorded. Changes in feedstock, concurrent maintenance or the order mix must be considered; otherwise, the model's contribution to any improvement remains unclear.

Data quality is part of decision quality. Unsynchronised timestamps, inconsistent identifiers or faulty sensors can produce patterns that do not exist in reality. Before training a model, teams should examine data provenance, coverage and missing values. Documenting these limitations strengthens confidence in the findings.

An initial pilot can be limited to one machine or product family. A narrow scope enables more accurate comparison and makes it easier to return to the previous method if necessary. Every alert should have a designated owner, a response deadline and clear evidence requirements for action.

Models also need monitoring after deployment. Changes in raw materials, line speed or environmental conditions may cause new data to diverge from the conditions represented in training. Users must know when not to rely on a system's recommendation and how to report errors. Human oversight remains essential for safety-critical decisions.

Data governance should begin at the design stage. Access permissions, storage locations, retention and deletion periods, and records of model changes must all be defined. Confidential customer information must not be uploaded to external tools without authorisation. Accountability for operational decisions must also be explicit.

System integration, sensor maintenance, training, cybersecurity and staff time all belong in the cost calculation. If the business case is positive only under the most optimistic assumptions, a plant-wide rollout would be premature.

Operators understand process signals, data specialists assess patterns, and managers make implementation possible. Decisions about scaling a system should therefore follow an assessment of its effects on safety, quality and response times-not enthusiasm alone.

This issue examines that journey, from defining the problem and preparing data to piloting, training and everyday use. The aim is to bring the discussion of technology closer to the realities of plant operations. The digital future of steel will not be determined by the number of screens installed, but by an organisation's ability to turn information into better decisions.

STEEL WORLD REVIEW MONTHLY MAGAZINE

Year 02 | No. 05 | Oct-Dec 2025

Concessioner&Directorresponsible
Peyvand Shafti
ceo@steelworldreview.com

Editor
Majid Shafti

Art Director&Printing Supervision
Mehdi Kamkar

Graphic Dep.
Erfan Parsa, Dina Sehat

Photographer
Abdollah Moradi

Marketing Manager
Hasti Eyvani
marketing@steelworldreview.com

Printing
Noghreh Abi

Internet&Socialmedia
Dina Sehat, Rasoul Mohammadkhani

Email
info@steelworldreview.com

Website
www.steelworldreview.com

Telegram
steelworldreview

Instagram
steel.world.review

Linkedin
steelworldreview

Address
No. 23, 3rd Floor, Savadkoohi St., Farokhi yazdi St., Pasdaran, Tehran, Iran
Tel: +98 2126712585

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 **Where Does AI Begin on the Factory Floor?** 35

WORLD NEWS 34



گروه صنعتی شُکری
SHOKRI INDUSTRIAL GROUP

JSK

جهان صنعت کرمانشاه
Jahan Sanat Kermanshah Co.

شرکت دانش بنیان جهان صنعت کرمانشاه در حال حاضر به یکی از قطب‌های بومی‌سازی تولید ماشین‌آلات صنعتی با کیفیت و قابل رقابت با شرکت‌های خارجی و برندهای مطرح دنیا تبدیل گردیده است.

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

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

www.jahansanat-co.com
jahansanatkermanshah
jahan sanat kermanshah

STEEL WORLD REVIEW
Year 02 ▸ Issue 05 ▸ Oct ~ Dec 2025 ▸ www.steelworldreview.com

