گسترش استفاده از فولاد کم‌کربن در شرکت خودروسازی نیسان ژاپن

مقاله

تهیه کننده: واحد پژوهش و نوآوری (پژوهشکده فولاد)

شرکت ژاپنی نیسان موتور با اعلام رسمی در سال ۲۰۲۵ تصمیم گرفته است استفاده از فولاد با انتشار کم دی‌اکسید کربن را در واحدهای تولیدی خود در ژاپن تا پایان سال ۲۰۲۶ نسبت به سال ۲۰۲۳ پنج برابر افزایش دهد. این اقدام بخشی از استراتژی گسترده نیسان برای کاهش ۳۰ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن در چرخه حیات محصولات تا سال ۲۰۳۰ و دست‌یابی به خنثی‌سازی کربن تا سال ۲۰۵۰ به شمار می‌رود. فولاد که تقریباً ۶۰ درصد وزن یک خودرو را تشکیل می‌دهد ماده‌ای کلیدی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در صنعت خودروسازی است. از مرحله استخراج مواد خام تا تولید قطعات، استفاده روزمره و نهایتاً بازیافت خودرو، فولاد نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

در روش سنتی تولید فولاد که بیش از ۷۰ درصد فولاد ژاپن از آن طریق تولید می‌شود یعنی مسیر کوره بلند و کوره کنورتور، هر تن فولاد حدود دو تن دی‌اکسید کربن منتشر می‌کند. بخش عمده این انتشارات از فرایند کوره بلند ناشی می‌شود: جایی که کک حاصل از زغال سنگ برای احیا اکسید آهن به کار می‌رود و در نتیجه دی‌اکسید کربن آزاد می‌شود. در زنجیره تأمین خودروسازی این انتشارات به‌عنوان انتشارات محدوده سه (Scope 3) شناخته می‌شوند و حجم بسیار زیادی دارند. نیسان با تمرکز بر فولاد سبز قصد دارد این چرخه را از پایه تغییر دهد. فناوری‌های فولاد کم‌کربن که امروزه در دسترس هستند عمدتاً بر پایه کاهش مصرف کربن، استفاده از هیدروژن به جای کربن، احیای مستقیم سنگ‌آهن و بازیافت گسترده قراضه استوارند. در ژاپن که وابستگی شدیدی به کوره‌های بلند دارد، فناوری‌های میانی یا پل برای گذار به تولید کربن خنثی توسعه زیادی یافته‌اند. نیسان از چهار تأمین‌کننده اصلی فولاد کم‌کربن استفاده می‌کند: کبه استیل (KobeSteel)، نیپون استیل (NipponSteel)، جی‌اف‌ای استیل (JFESteel) و پوسکو (POSCO). هر یک از این شرکت‌ها فناوری خاص خود را ارائه می‌دهند اما همه آن‌ها از رویکرد تعادل جرم (mass balance) بهره می‌برند. این روش که با استانداردهای بین‌المللی مانند ISO سازگار است، اجازه می‌دهد کاهش کلی انتشار دی‌اکسید کربن در سطح کارخانه به محصولات خاص اختصاص یابد بدون آنکه نیاز به تغییر فوری کل خط تولید باشد.

کبه استیل با محصول Kobenable و نسخه پیشرفته‌تر KobenablePremier از سال ۲۰۲۳ پیشگام این همکاری بانیسان بوده است. فناوری اصلی آن تزریق حجم بالای آهن احیاشده داغ (تولیدشده توسط فرایند میدرکس) به داخل کوره بلند است. در آزمایش‌های انجام‌شده در کارخانه کاکوگاوای کبه استیل تزریق HBI نسبت عامل احیا را به ۳۸۶ کیلوگرم بر تن آهن مذاب رساند که پایین‌ترین سطح ثبت‌شده در جهان است. این کار انتشار دی‌اکسید کربن کوره بلند را تا ۲۵ درصد کاهش می‌دهد. در نسخه پریمیر با استفاده از بالانس جرم تا ۱۰۰ درصد کاهش انتشار می‌تواند به محصول اختصاص یابد. این فولاد در قالب ورق، صفحه، میله و سیم عرضه می‌شود و از سال ۲۰۲۳ در خودروهای نیسان بازار ژاپن به کار رفته است.

نیپون استیل بزرگ‌ترین تولیدکننده فولاد ژاپن با محصول NSCarbolex Neutral که از اواخر ۲۰۲۳ معرفی شد به این زنجیره پیوست. این محصول بخشی از چشم‌انداز کربن خنثی ۲۰۵۰ نیپون استیل است که هدف کاهش سی درصدی تا سال ۲۰۳۰ را دنبال می‌کند. این محصول از کل صرفه جویی انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2) پروژه‌های کاهش نیپون مانند تزریق هیدروژن به کوره بلند و توسعه کوره‌های قوس الکتریکی استفاده می‌کند و این صرفه جویی را از طریق رویکرد بالانس جرم به محصولات خاص تخصیص می‌دهد. فناوری‌های کلیدی نیپون شامل پروژه کورس ۵۰ و سوپر کورس ۵۰ است که پروژه‌های ملی ژاپن برای تزریق هیدروژن به کوره بلند هستند. هیدروژن به جای بخشی از کربن اکسید آهن را احیا می‌کند و به جای دی‌اکسیدکربن، آب تولید می‌کند. کورس ۵۰ تا ۳۰ درصد و سوپر کورس ۵۰ با هیدروژن گرم شده خارجی تا ۵۰ درصد کاهش انتشار را هدف قرار داده‌اند. همچنین نیپون در حال توسعه تولید آهن احیا مستقیم با هیدروژن و کوره‌های قوس الکتریکی بزرگ در کارخانه‌های هیرواتا و یاواتا است که انتشار را تا ۷۵ درصد کاهش می‌دهند. این فولاد برای قطعات بدنه و شاسی خودروهای انبوه نیسان استفاده می‌شود.

جی‌اف‌ای استیل نیز با برند JGreeX که از نیمه اول سال ۲۰۲۳ عرضه شد وارد این همکاری گردید. این محصول از رویکرد تخصیص جرم برای کاهش گازهای گلخانه‌ای به تمام محصولات فولادی استفاده می‌کند. ظرفیت تأمین آن در سال ۲۰۲۴ حدود ۵۰۰ هزار تن بوده است. فناوری‌های اصلی شامل سیستم سایبر-فیزیکال در کوره بلند است که با هوش مصنوعی و اینترنت اشیا عملیات را بهینه می‌کند، مصرف انرژی را کاهش می‌دهد و تزریق هیدروژن را ممکن می‌سازد. همچنین فناوری شارژ دوبار قراضه در کوره کنورتور نسبت قراضه را افزایش می‌دهد و انتشار را ده درصد کم می‌کند. جی‌اف‌ای همچنین در حال توسعه کوره‌های قوس الکتریکی و فناوری‌های جذب و ذخیره کربن یا CCUS است.

پوسکو غول کره‌ای فولاد با محصول فولاد مشخص شده با کاهش کربن که بخشی از استراتژی Greenate است به نیسان پیوسته است. فناوری کلیدی پوسکو HYREX یا احیای هیدروژنی است که از کوره بستر سیال و کوره ذوب الکتریکی استفاده می‌کند و هدف آن کاهش تا ۹۵ درصدی انتشار تا سال ۲۰۳۰ است. پوسکو همچنین کوره‌های قوس الکتریکی بزرگ در گوانگیانگ با ظرفیت ۲ میلیون و ۵۰۰ هزار تن راه‌اندازی کرده که با قراضه و آهن احیا مستقیم کار می‌کنند و انتشار را ۷۵ درصد درصد کاهش می‌دهند.

نیسان این فولادهای کم‌کربن را در خودروهای بازار ژاپن از جمله مدل‌های روگ، سنترا و خودروهای الکتریکی استفاده می‌کند. رویکرد اصلی نیسان کاهش در مبدأ است یعنی تمرکز بر مواد اولیه برای کاهش انتشارات محدوده سه. با پنج برابر کردن استفاده از فولاد سبز نیسان نه تنها انتشارات خود را کاهش می‌دهد بلکه بازار فولاد کم‌کربن ژاپن را پشتیبانی می‌کند. این حرکت الهام‌بخش دیگر خودروسازان مانند تویوتا است که از محصولات مشابه کبه استیل استفاده می‌کند. چالش‌های پیش رو شامل هزینه بالای هیدروژن سبز، وابستگی به واردات سنگ‌آهن و نیاز به توسعه زیرساخت کوره‌های قوس الکتریکی است. با این حال دولت ژاپن از طریق صندوق نوآوری سبز حمایت گسترده‌ای ارائه می‌دهد. آینده صنعت فولاد ژاپن به سمت احیای مستقیم با هیدروژن و کوره‌های قوس الکتریکی تا سال ۲۰۴۰ حرکت می‌کند جایی که انتشار نزدیک به صفر خواهد بود. گسترش استفاده نیسان از فولاد کم‌کربن بیش از یک خبر تجاری، نمادی از همگرایی فناوری فولاد و خودروسازی است. این ابتکار با بهره‌گیری از فناوری‌هایی نوین و رویکرد بالانس جرم، صنعت فولاد ژاپن که ۱۳ درصد انتشار کربن کشور را تشکیل می‌دهد به سمت خنثی‌سازی کربن پیش می‌برد.

فولاد
شماره ۱۴۶۷ ◆ شنبه ۹ اسفند ۱۴۰۴ ◆ ۱۰ رمضان ۱۴۴۷ ◆ ۲۸ فوریه ۲۰۲۶
MOBARAKEH STEEL GROUP

نقش فناوری و نیروی انسانی در تغییرات نوین لجستیک صنعت فولاد

مقـــاله

تهیه کننده: واحد پژوهش و نوآوری (پژوهشکده فولاد)

لجستیک در صنعت فولاد یک اکوسیستم پیچیده است که تخصص در آن، واقعاً تفاوت ایجاد می‌کند. متخصصان لجستیک شبکه‌های پیچیده تأمین را مدیریت کرده و حمل‌ونقل چندوجهی، مقررات سخت‌گیرانه و تحویل‌های حساس به زمان را متعادل می‌سازند. دانش عمیق در صنعت به آن‌ها امکان می‌دهد بارهای بسیار بزرگ، مواد خطرناک و الزامات انطباق را با دقت مدیریت کنند. این تخصص به تسلط بر حمل‌ونقل چندوجهی تعمیم می‌یابد و هماهنگی یکپارچه بین ریل، جاده و آبراه‌ها را برای تضمین کارایی و تاب‌آوری فراهم می‌کند. هر شیوه حمل‌ونقل چالش‌های خاص خود را دارد؛ ریل ظرفیت بالا ارائه می‌دهد، اما با خطر تأخیر مواجه است، حمل‌ونقل جاده‌ای انعطاف‌پذیر اما پراکنده است و آب‌راه‌ها با داشتن مزایای پایداری اما دسترسی محدودی دارند.

مدیریت این جریان‌ها نیازمند آن است که تیم‌های لجستیک اختلالات غیرمنتظره را مدیریت کنند، کارایی هزینه‌ای هر سفر را هدف قرار دهند و با مقررات سخت‌گیرانه مطابقت داشته باشند، درحالی‌که انتظارات رو به رشد مشتریان را برآورده می‌کنند.

حمل‌ونقل ریلی به‌ویژه با محدودیت‌های منحصربه‌فردی فراتر از تأخیرها روبه‌رو است. در دسترس بودن واگن، تراکم شلوغی شبکه، ارتباط آخرین مایل و محدودیت‌های زیرساختی همگی بر کارایی تأثیر می‌گذارند. تیم‌های لجستیک باید بتوانند این چالش‌ها را پیش‌بینی و آن‌ها را در برنامه‌ریزی خود ادغام کنند تا حمل‌ونقل فولاد حتی در شرایط متغیر طبق برنامه باقی بماند. علاوه بر تخصص فنی، تیم‌های لجستیک فولاد در مدیریت بحران نیز برجسته هستند. تولید فولاد از برنامه زمانی دقیقی پیروی می‌کند که تأخیر در آن می‌تواند اختلالات پرهزینه ایجاد کند. متخصصان لجستیک مشکلات را در لحظه پیش‌بینی و حل می‌کنند، مسیرها را تغییر می‌دهند و ارتباط مداوم با همه ذی‌نفعان را حفظ می‌کنند. توانایی آن‌ها در تفسیر داده‌ها، استفاده از دانش تاریخی و تصمیم‌گیری سریع و آگاهانه تضمین می‌کند که خطوط تولید بدون وقفه باقی بمانند.

شرکت آرسلورمیتال (ArcelorMittal) تحلیل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را در عملیات لجستیک خود ادغام کرده و از پلتفرم‌های داده برای بهبود پیش‌بینی و بهینه‌سازی زنجیره تأمین استفاده می‌کند. این شرکت با ترکیب بینش‌های هوش مصنوعی، بینایی مصنوعی و نگهداری پیش‌بینانه، ایمنی را نیز بهبود بخشیده، کارایی بیشتری ایجاد کرده و تأثیر زیست‌محیطی را در سراسر شبکه حمل‌ونقل خود به حداقل رسانده است. پیش از دیجیتال‌سازی، تصمیم‌گیری‌ها بر اساس تجربه میدانی و شهودی بودند. با تحول دیجیتال، این مهارت‌ها اکنون توسط ابزارهای فناوری تقویت می‌شوند که داده‌های میدانی را در یک پلتفرم متمرکز ثبت می‌کنند. وقتی تصمیم‌گیری با داده‌های قابل اعتماد پشتیبانی شود، آسان‌تر و دقیق‌تر می‌شود. به عنوان مثال، تاتا استیل (Tata Steel) فناوری‌های صنعت ۴.۰ را پذیرفته و حسگرهای IoT و نگهداری پیش‌بینانه مبتنی بر هوش مصنوعی را برای بهینه‌سازی عملیات لجستیک خود به کار گرفته است. با ادغام داده‌ها از منابع متعدد، این شرکت کارایی را افزایش داده، زمان توقف را کاهش داده و عملکرد کلی زنجیره تأمین را بهبود بخشیده است. با تغییر شکل صنعت فولاد توسط دیجیتال‌سازی، تیم‌های لجستیک از حل مشکلات واکنشی به سمت بهینه‌سازی حرکت می‌کنند.

آن‌ها دیگر فقط محموله‌ها را جابه‌جا نمی‌کنند، بلکه استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند طراحی می‌کنند. با استفاده از پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی و ردیابی بی‌درنگ، داده‌های تاریخی، شرایط ترافیک، در دسترس بودن زیرساخت، وضعیت تجهیزات، محدودیت‌های نظارتی، در دسترس بودن نیروی کار و روندهای تقاضای بازار را تحلیل می‌کنند تا گلوگاه‌های احتمالی را پیش‌بینی کنند و جریان ترافیک ریلی را هموار سازند. نهایتاً ریسک‌ها پیش‌بینی شده و برنامه‌های لجستیک بر این اساس تنظیم شده و مسیرها، زمان‌بندی و تخصیص منابع بهینه می‌شوند تا کارایی افزایش یابد و تأخیرها کاهش پیدا کند.

نگاه به صنایع دیگر که در تحول دیجیتال خود پیشرفت کرده‌اند می‌تواند درس‌های ارزشمندی برای لجستیک فولاد ارائه دهد. صنعت کشاورزی و مصالح ساختمانی، برای مثال، شباهت‌های کلیدی با فولاد دارند: صنایع بزرگ مقیاس با شبکه‌های لجستیک پیچیده، حجم حمل‌ونقل عظیم و نیاز به هماهنگی یکپارچه بین ذی‌نفعان متعدد. هر دو از دیجیتال‌سازی برای بهینه‌سازی حمل‌ونقل ریلی و عملیات مرتبط و همچنین مقابله با چالش‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای استفاده کرده‌اند. این صنایع بینش‌هایی ارائه می‌دهند که صنعت فولاد می‌تواند هنگام تسریع تحول خود به کار گیرد. فرایندهای کاغذی و تماس‌های تلفنی جای خود را به پلتفرم‌های دیجیتال یکپارچه داده‌اند که ردیابی، زمان‌بندی و تحلیل پیش‌بینانه را متمرکز می‌کنند. به عنوان مثال، تیسن‌کروپ (Thyssenkrupp) راه‌حل‌های ردیابی مبتنی بر IoT را پیاده‌سازی کرده تا دید بیشتری در زنجیره تأمین چندوجهی خود ایجاد کند و تاب‌آوری و زمان پاسخ به اختلالات را بهبود بخشد. این فناوری‌ها به جای جایگزینی تخصص انسانی، به عنوان تقویت‌کننده عمل می‌کنند، دید را افزایش می‌دهند، جریان‌های کاری را ساده می‌کنند و تخصیص منابع هوشمندانه‌تری را ممکن می‌سازند. نحوه همکاری نیز در حال تحول است. آینده حمل‌ونقل فولاد به شبکه‌های به هم پیوسته و وابسته است که در آن تیم‌های لجستیک ریلی، اپراتورهای راه‌آهن و مشتریان نه تنها داده‌های بی‌درنگ را به اشتراک می‌گذارند، بلکه اقدامات خود را هماهنگ می‌کنند تا اختلالات را پیش‌بینی و پیشگیری کنند. با هم‌راستا کردن زمان‌بندی‌ها، شناسایی گلوگاه‌های احتمالی و تنظیم پویای برنامه‌های حمل‌ونقل، این تیم‌ها زنجیره تأمین تاب‌آورتر و کارآمدتری ایجاد می‌کنند که به تغییرات بازار و انتظارات در حال تحول مشتریان به‌طور یکپارچه سازگار می‌شود.

برنامه‌های دیجیتال در بخش ریلی در حال تبدیل شدن به یک عامل تغییر بازی هستند. برخلاف حمل‌ونقل جاده‌ای که عمدتاً برای تسریع استفاده می‌شود، در حمل‌ونقل ریلی، این برنامه‌ها امکان رزرو مجدد خودکار، تسریع ترخیص گمرکی و انتقال چندوجهی بدون درز را فراهم می‌کنند. صنعت فولاد که هنوز عمدتاً بر محدوده‌های ۱ و ۲ متمرکز است، در حال تطابق با این مسیر است و نوآوری‌های دیجیتال مشابهی را برای بهبود کارایی و کاهش تأخیرهای مرتبط با کاغذبازی در حمل‌ونقل ریلی اتخاذ می‌کند. برای درک کامل تحول لجستیک فولاد، تمرکز باید به سمت ریل، یعنی ستون فقرات حمل‌ونقل صنعتی سنگین، معطوف شود. حمل‌ونقل ریلی همچنان برای حمل فولاد اولویت است و فناوری‌های جدید کارایی‌های بیشتری را آزاد می‌کنند. ردیابی بی‌درنگ از طریق حسگرهای IoT نقاط کور را حذف می‌کند و به روزرسانی‌های زنده در مورد مکان، وضعیت و زمان تخمینی رسیدن واگن‌ها را ارائه می‌دهد. اتوماسیون نیز نقشی حیاتی دارد. دیجیتال‌سازی تمام اسناد حمل‌ونقل ریلی، از جمله بارنامه‌ها و گزارش‌های آسیب واگن، عملیات را روان‌تر می‌کند، انطباق با الزامات قانونی را تضمین می‌کند و ردیابی نگهداری را بهبود می‌بخشد. برای مثال، تیم لجستیک ریلی Saarstahl در حال آماده‌سازی برای استقرار مدیریت حمل‌ونقل و واگن مبتنی بر IoT و هوش مصنوعی است تا توزیع ریلی به سایت‌های مشتریان را بهبود بخشد. این پیشرفت‌ها به تیم‌های لجستیک امکان می‌دهد کارایی ناوگان را افزایش داده و انتشار محدوده ۳ را نیز کاهش دهند.

انطباق نظارتی نیز یک محرک کلیدی برای دیجیتال‌سازی در لجستیک ریلی است. با فشار دولت‌ها برای حمل‌ونقل سبزتر و کارآمدتر، مقررات جدید ابزارهای دیجیتال را برای ردیابی، گزارش‌دهی و تضمین عملیات سودآور ضروری می‌کند. مستندسازی خودکار نه تنها شفافیت را بهبود می‌بخشد بلکه تضمین می‌کند تیم‌های لجستیک الزامات نظارتی در حال تحول را برآورده کنند و بار اداری را کاهش دهند. آینده لجستیک فولاد در ترکیب تخصص انسانی با دیجیتال‌سازی نهفته است؛ اما دیجیتال‌سازی فقط درباره ابزارها و کارهای روزمره تیم‌ها نیست. بلکه درباره ساخت میراث دانشی برای صنعت و درون شرکت‌ها نیز هست. با تثبیت تخصص عملیاتی و دانش و ادغام آن در فرایندها و سیستم‌های ساختاریافته، شرکت‌ها می‌توانند تخصص را حفظ کنند و آن را برای نسل‌های آینده قابل دسترس سازند. این امر صنعت فولاد را برای استعدادهای جوان نیز جذاب‌تر می‌کند؛ کسانی که به محیط‌های کاری علاقه‌مندند که فناوری مدرن کارایی و نوآوری را هدایت می‌کند.