

تأمین آینده صنعت فولاد با فناوری‌های هوش مصنوعی و احیای کم‌عيار: گفت‌وگو با مدیرعامل راشا

در سال‌های اخیر، صنعت معدن و فولاد ایران با چالش‌های فزاینده‌ای مواجه بوده است؛ از محدودیت در دسترسی به منابع و نوسانات مستمر بازار گرفته تا الزامات سخت‌گیرانه زیست‌محیطی و فشار روزافزون برای افزایش بهره‌وری. در این میان، شرکت سرمایه‌گذاری توسعه معادن و فلزات (ومعدن)، با تمرکز بر توسعه فناوری‌های نوآورانه، نقشی کلیدی در توانمندسازی زنجیره تأمین و تولید این صنعت ایفا کرده است.

به گزارش خبرنگاران گروه علم و فناوری خبرگزاری گزارش خبر، در سال‌های اخیر، صنعت معدن و فولاد ایران با چالش‌های فزاینده‌ای مواجه بوده است؛ از محدودیت در دسترسی به منابع و نوسانات مستمر بازار گرفته تا الزامات سخت‌گیرانه زیست‌محیطی و فشار روزافزون برای افزایش بهره‌وری. در این میان، شرکت سرمایه‌گذاری توسعه معادن و فلزات (ومعدن)، با تمرکز بر توسعه فناوری‌های نوآورانه، نقشی کلیدی در توانمندسازی زنجیره تأمین و تولید این صنعت ایفا کرده است.

یکی از شاخص‌ترین نمونه‌های این رویکرد فناورانه، تاسیس و حمایت از شرکت دانش‌بنیان «کاوشگران صنایع معدنی راشا» است. این شرکت در سال‌های اخیر با طراحی و پیاده‌سازی راهکارهای هوشمند در حوزه‌هایی نظیر احیای مستقیم، جذب و بازیابی دی‌اکسید کربن، فرآوری پسماندهای فولادی و بهره‌گیری از منابع کم‌عيار معدنی، موفق شده جایگاهی ویژه در مسیر نوسازی صنعتی کشور به‌دست آورد.

در این گفت‌وگو، به بررسی مهم‌ترین پروژه‌های فناورانه راشا پرداخته‌ایم؛ از نرم‌افزار هوش مصنوعی DRAI تا استفاده از فناوری RHF در احیای هماتیت، از مدل‌های اقتصادی بازیابی کربن تا طراحی خطوط فرآوری سرباره.

در همین راستا، در گفت‌وگو با مقداد ملکی، مدیرعامل شرکت کاوشگران صنایع معدنی راشا، به بررسی جزئیات پروژه‌ها، رویکردهای فناورانه و افق‌های پیش‌روی این شرکت پرداخته‌ایم.

نرم‌افزار هوش مصنوعی DRAI در چند واحد احیا به‌طور عملیاتی نصب شده، چه مدل درآمدی برای لایسنس و پشتیبانی آن در نظر گرفته‌اید و آیا صادرات این فناوری به بازارهای منطقه‌ای یا فراتر در دستور کار است؟

نرم‌افزار DRAI نتیجه یک برنامه‌ریزی بلندمدت است که با هدف عملیاتی‌سازی فناوری‌های نسل چهارم صنعت در صنایع معدنی و فولادی کشور طراحی شده است. پس از دو سال تحقیق و توسعه، گام اول عملیاتی این برنامه در سال ۱۴۰۳ در واحد احیای مستقیم شرکت جهان فولاد سیرجان مورد بهره‌برداری قرار گرفته و پس از موفقیت گام اول، گام بلند بعدی این محصول، با عنوان «مدول دیجیتال کوره احیا مستقیم» در دست اجرا می‌باشد و نیمه دوم سال به بهره‌برداری می‌رسد. نرم‌افزار مذکور ترکیبی از الگوریتم‌های هوش مصنوعی با مدل‌های شبیه‌سازی کوره مگامدول احیا مستقیم است.

به دلیل سفارشی‌سازی کامل نرم‌افزار برای هر مدول احیا (با توجه به داده‌های ورودی، هندسه کوره، و شرایط بهره‌برداری)، مدل تجاری DRAI بر اساس نسخه‌های اختصاصی نرم‌افزار هر کوره و ارائه لایسنس استوار است. این رویکرد علاوه بر افزایش ارزش افزوده برای هر مشتری، اطمینان حاصل می‌کند که هر واحد تولیدی از یک راهکار بهینه‌شده اختصاصی بهره‌مند شود.

ترکیب نوآورانه هوش مصنوعی و شبیه‌سازی در DRAI، آن را از سایر راهکارها متمایز می‌کند. در افق بلندمدت، صادرات نرم‌افزار به کشورهای هدف در نظر گرفته شده است و بازارهای بین‌المللی بر اساس نیاز به فناوری‌های کاهش کربن و افزایش بهره‌وری شناسایی شده‌اند.

برای جذب و بازیابی دی‌اکسید کربن از دودکش واحدهای احیا، چه مسیر فناورانه‌ای را تا مرحله صنعتی‌شدن ترسیم کرده‌اید، برآورد سرمایه‌گذاری و دوره بازگشت آن چیست و قرار است ریسک‌های اقتصادی پروژه چگونه مدیریت شوند؟

مسیر پیشنهادی راشا برای به‌کارگیری گسترده فناوری‌های مبتنی بر جذب کربن در مرحله اول، شامل مطالعه و بررسی این روش‌ها و انتخاب روش مناسب جذب برای واحدهای احیای مستقیم بوده است. پس از انتخاب روش مناسب، شبیه‌سازی فرآیندی آن برای یک دبی مشخص از جریان ورودی انجام و بهینه‌سازی شده است. پیشنهاد راشا به صنایع در وهله اول، جذب دی‌اکسید کربن در مقیاس‌های پایین و فروش محصول آن به بازارهای داخلی و خارجی است. با سرمایه‌گذاری و درآمد انجام‌شده از این طریق می‌توان ظرفیت واحدهای جذب را افزایش داده و مواد با ارزش‌افزوده‌ی بالاتری نیز تولید کرد که فروش این مواد سودآوری مضاعفی را برای واحدهای صنعتی به ارمغان می‌آورد.

سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای جذب هر تن دی‌اکسید کربن حدود ۴۰ دلار برآورد شده و دوره‌ی بازگشت آن (با فروش مستقیم دی‌اکسید کربن به بازارهای داخلی و خارجی) بین ۲ تا ۳ سال است. مدیریت ریسک‌های اقتصادی پروژه با در نظر گرفتن موارد زیر، صورت گرفته است:

۱- انتخاب روش جذب بالغ و کاهش ریسک‌های ناشی از افزایش ظرفیت

۲- طراحی بهینه فرآیند و به حداقل رساندن مصارف مواد و انرژی

۳- انجام آنالیزهای حساسیت بر روی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و جاری

۴- در نظر گرفتن بخشی از هزینه تحت عنوان هزینه‌های غیرمترقبه

۵- امکان تأمین مالی پروژه از منابع مختلف (آورده شرکت صنعتی و یا همکاری با شرکت‌های سازنده واحد)

۶- تکیه بر مزایای اجرای این پروژه در اذهان عمومی و حفاظت از محیط زیست

خط فرآوری سرباره کوره قوس الکتریکی چه ظرفیت عملیاتی سالانه‌ای خواهد داشت، نسبت سود به سرمایه در سناریوی صنعتی چقدر پیش‌بینی شده و برای تأمین سرمایه موردنیاز، چه مدل سرمایه‌گذاری مشترکی با فولادسازان دنبال می‌کنید؟

خط فناوریانه فرآوری سرد سرباره راشا در طراحی پیش‌فرض دارای ظرفیت عملیاتی ۱۰۰ تن ورودی سرباره در ساعت بوده و برای احداث آن به کمتر از ۱۰۰ میلیارد تومان سرمایه ثابت و هزینه عملیاتی سالانه حدود ۵۲۰ میلیارد ریال نیاز است. با این حال، سرمایه‌گذاری انجام‌شده در کمتر از یک سال بازگشت مالی دارد و از سال دوم به بعد به سوددهی عملیاتی می‌رسد. در شرایط ظرفیت کامل، پس از کسر تمام هزینه‌ها، این خط سالانه حدود ۱,۷۰۰ میلیارد ریال سود خالص تولید می‌کند.

علاوه بر جریان سود مثبت، از مهم‌ترین مزایای خط فرآوری سرد سرباره راشا، کاهش اثرات زیست‌محیطی و ارزش‌آفرینی است. این پروژه نه تنها از لحاظ مالی مقرون‌به‌صرفه است، بلکه پایه‌ای برای اجرای اقتصاد چرخشی در صنایع معدنی و فولادی ایران را فراهم می‌آورد.

با توجه به رسالت و مأموریت راشا در توسعه تکنولوژی با روش‌های نوآورانه و فناوریانه، شرکت راشا آمادگی کامل دارد تا نتایج دانش فنی و مهندسی این خط را در اختیار صنعت فولاد کشور قرار داده و علاوه بر آن، نقش نظارت و مشاوره در اجرا و بهره‌برداری از این خط را بر عهده بگیرد.

در پروژه استفاده از کانسنگ هماتیت کم‌عیار برای آهن‌سازی نسل سوم، چه فناوری احیای جایگزینی را برگزیده‌اید، محصول آزمایشی به چه عیاری رسیده و چه زمان می‌توان انتظار تولید در مقیاس نیمه‌صنعتی داشت؟

شرکت کاوشگران صنایع معدنی راشا طی چهار سال گذشته با تمرکز بر استفاده بهینه از منابع در زنجیره آهن و فولاد، مطالعات گسترده‌ای را روی کانسنگ‌های هماتیتی کم‌عیار و انواع پسماندهای زنجیره آهن و فولاد نظیر لجن و پوسته انجام داده است. نتیجه این تحقیقات منجر به انتخاب فناوری خاص (RotaryHearthFurnace (RHF) به‌عنوان گزینه‌ی اصلی برای حرکت به سوی آهن‌سازی نسل سوم شده است.

فناوری RHF دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی از جمله امکان استفاده مستقیم از آگلومره خام بدون نیاز به فرآیند پخت، زمان کوتاه عملیات احیا و قابلیت بازگردانی پسماندهای زنجیره آهن و فولاد به زنجیره تولید و خلق ارزش است.

لازم به ذکر است، به‌طور معمول در این فرآیند از زغال‌سنگ به‌عنوان عامل احیایی استفاده می‌شود که استفاده از این ماده معمولاً با چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی همراه است. شرکت کاوشگران صنایع معدنی راشا برای اولین بار در دنیا استفاده از فناوری ریفورمر و بهره‌گیری از گاز طبیعی به‌عنوان عامل احیایی جایگزین در این فرآیند را توسعه داده است. این فناوری باعث کاهش قابل‌توجه انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی شده و فرآیند احیا را در مسیر توسعه پایدار و سازگار با محیط زیست و اقتصاد قرار داده است.

در فاز آزمایشگاهی، آهن اسفنجی با عیار آهن بالای ۸۵ درصد و درجه فلزشدگی بیش از ۹۰ درصد از منابع هماتیتی کم‌عیار تولید شده است که نشان‌دهنده عملیاتی بودن این مسیر فناوریانه است. اکنون با تکیه بر دانش فنی ایجادشده، شرکت دانش‌بنیان کاوشگران صنایع معدنی راشا آمادگی کامل دارد تا با سرمایه‌گذاری و حمایت سایر شرکت‌های فولادی، وارد مرحله طراحی و اجرای پایلوت نیمه‌صنعتی شود.

حاکمیت داده و امنیت سایبری در پروژه‌های هوشمندسازی چطور تضمین می‌شود؛ مالکیت داده‌های فرایندی میان شرکت راشا و کارفرما چگونه تفکیک شده و چه استانداردهای بین‌المللی برای حفاظت، اشتراک و آموزش مدل‌های هوش مصنوعی رعایت می‌کنید؟

شرکت راشا در تمامی پروژه‌های داده‌محور و هوشمندسازی، از جمله DRAI حاکمیت داده و امنیت سایبری را به عنوان اولویت استراتژیک در نظر می‌گیرد. این رویکرد با توجه به استانداردهای بین‌المللی، سیاست‌های شفاف مالکیت داده، امنیت فناوری و آموزش مستمر، تضمین‌کننده موفقیت بلندمدت و اعتماد ذی‌نفعان است.

تمام داده‌های بهره‌برداری، شامل داده‌های ورودی (مواد اولیه)، خروجی (محصول)، و داده‌های عملیاتی (مانند دما، فشار، مصرف انرژی و hellip;)، در مالکیت کامل کارفرما قرار دارند و تنها برای تحلیل، بهینه‌سازی یا آموزش مدل‌های هوش مصنوعی مورد استفاده هستند.

مدل‌های هوش مصنوعی که به منظور بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی ساخته می‌شوند، حقوق مالکیت معنوی شرکت را شا را دارند، اما استفاده از آن‌ها برای واحد مورد نظر و در چارچوب لایسنس مجاز است. را شا با پیروی از استانداردهای بین‌المللی مانند GDPR (لایحه حفاظت از داده‌های عمومی اتحادیه اروپا) و AI Ethics Guidelines (OECD, EU AI Act) تمامی معیارها از جمله شفافیت، رضایت، حق دسترسی و اصول اخلاقی در توسعه مدل هوش مصنوعی را رعایت می‌کند.

علاوه بر رعایت استانداردهای بین‌المللی حاکمیت داده و مدیریت مالکیت آن، رویکرد جامعی نسبت به امنیت سایبری در تمامی سطوح طراحی و پیاده‌سازی در نظر گرفته شده است. یکی از مهم‌ترین اقدامات در این زمینه، ایجاد ارتباط یک‌طرفه و ایزوله‌سازی نرم‌افزارهای هوشمند در شبکه داخلی واحد احیا و کارخانه و عدم ارتباط با شبکه خارجی یا اینترنت است.

در سال جاری چه پروژه‌های جدید و توسعه فناوری‌هایی در دستور کار را شا قرار دارد؟

به لطف خداوند و حمایت سهامداران و تلاش مجموعه کارکنان، شرکت‌ها و تیم‌های تخصصی را شا، پروژه‌های متنوعی در حوزه‌های مختلف توسعه فناوری، ساخت تجهیزات پیشرفته، بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و سیستم‌های انتقال مواد و همچنین توسعه محصولات فناورانه مورد نیاز صنعت در حال اجرا در شرکت‌های بزرگ فولادی و معدنی می‌باشد؛ از جمله ساخت مست کوره قوس الکتریکی (EAF MAST)، ساخت سامانه تشخیص آنلاین سرباره در هنگام تخلیه پاتیل ریخته‌گری، ساخت دستگاه نوآورانه جداکننده گندله سالم از گندله شکسته در پایل‌های کارخانجات، توسعه فناوری صنعتی فرآوری گرم سرباره، تولید افزودنی جدید به گندله جهت افزایش کیفیت گندله، سیستم پایش مداوم شاخص‌های کنترلی کوره گندله‌سازی، تولید مش‌های خودتمیزشونده و بسیاری پروژه‌های دیگر از جنس نوآوری و فناوری در راستای افزایش راندمان تولید و کاهش هزینه‌های تولید صنایع معدنی و فولادی؛