مرکز دانش شبکه خبرگان صنعت فولاد

تأثیر صنعت ۴.۰ بر نیروی انسانی صنعت فولاد؛ شناسایی مهارت‌های امروز و آینده و ایجاد پایگاه داده مشاغل و شایستگی‌ها

مقالات تخصصی | علی ارجمندی اصل | ۱۴۰۵/۰۸/۰۵

پژوهشی کاربردی درباره مهارت‌های دیجیتال، فردی و سبز نیروی انسانی فولاد، راهکار ساخت پایگاه داده خودکار مشاغل بر پایه ESCO و ESSA و نمونه پیاده‌سازی در شرکت سیدنور.

مشخصات و شناسنامه مقاله

عنوان اصلی: The Effects of Industry 4.0 on Steel Workforce: Identifying the Current and Future Skills Requirements of the Steel Sector and Developing a Sectorial Database

نویسندگان: توغچه آکیازی (Tugce Akyazi)، آیتور گوتی (Aitor Goti) و فلیکس بایون (Félix Báyon)

منبع: فصل دوازدهم کتاب *Industry 4.0 and the Road to Sustainable Steelmaking in Europe*، مجموعه *Topics in Mining, Metallurgy and Materials Engineering*، انتشارات Springer، سال ۲۰۲۴، صفحات ۱۸۳ تا ۲۰۱.

شناسه دیجیتال (DOI): 10.1007/978-3-031-35479-3_12

وابستگی سازمانی: گروه مکانیک، طراحی و سازمان‌دهی دانشگاه دئوستو، بیلبائو، اسپانیا (آکیازی و گوتی)؛ شرکت Sidenor Aceros Especiales SLU، بیلبائو، اسپانیا (بایون).

یادداشت ترجمه: این متن ترجمه فارسی فصل اصلی است. عنوان‌ها، ترتیب بحث، جداول، نام پروژه‌ها، کدهای شغلی و فهرست مراجع حفظ شده‌اند. اصطلاحات تخصصی در نخستین کاربرد با معادل انگلیسی یا نام اختصاری آمده‌اند. این ترجمه ویرایشی مشتق‌شده از اثر منتشرشده با مجوز CC BY 4.0 است؛ نسخه اصلی به زبان انگلیسی است.

۱. مقدمه

صنعت فولاد اروپا، هم‌زمان با گسترش دیجیتالی‌شدن تولید و افزایش فشار برای حرکت به‌سوی فعالیت‌های سازگارتر با محیط‌زیست، دستخوش تغییراتی پیوسته و چشمگیر شده است. با ورود فناوری‌های هوشمندی مانند اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و رباتیک، الگوهای تولید در حال دگرگونی‌اند. فناوری‌های دیجیتال مرحله تازه‌ای از خودکارسازی را ممکن کرده‌اند؛ مرحله‌ای که در آن می‌توان فرایندها، محصولات و خدمات را کارآمدتر و خلاقانه‌تر طراحی و اجرا کرد (Jagannathan and Maclean 2019؛ German National Academy of Science and Engineering 2016). اگرچه فولادسازی معمولاً صنعتی بالغ با تغییرات فناورانه نسبتاً محدود شناخته می‌شد، امروز در مسیر صنعت ۴.۰ قدم گذاشته و در حال تبدیل‌شدن به صنعتی هوشمند است. شرکت‌های فولادی با واردکردن فناوری‌های نسل چهارم به فرایندهای ذوب، ریخته‌گری، نورد و تکمیل محصول، تولید خود را دیجیتالی می‌کنند (European Commission Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises 2019). پیوستگی بیشتر، انعطاف‌پذیری و پیچیدگی این فرایندها می‌تواند ساختار سازمانی، شرح مشاغل و مهارت‌های موردنیاز صنعت را به‌کلی تغییر دهد. بااین‌حال، بسیاری از کارکنانی که تجربه ارزشمندی در متالورژی دارند، هنوز مهارت‌های فناورانه لازم برای این تحول را نیاموخته‌اند.

ازاین‌رو، صنعت فولاد به نیروی انسانی چندمهارتی نیاز فوری دارد؛ افرادی که بتوانند استقرار فناوری‌های هوشمند، مدل‌های نوین کسب‌وکار و ساختارهای تازه سازمانی را مدیریت کنند. پرورش چنین نیرویی بدون ارتقای مهارت، دانش و صلاحیت‌های حرفه‌ای ممکن نیست. کارکنانی که مهارت‌های خود را به‌روز نگه می‌دارند، بهتر می‌توانند با شتاب دیجیتالی‌شدن و شیوه‌های جدید کار سازگار شوند. نخستین گام در بازآموزی مهارت‌ها (Reskilling) و ارتقای مهارت‌ها (Upskilling) آن است که نیازهای مهارتی کنونی و روندهای موجود شناخته شوند و تغییرات آینده نیز پیش‌بینی شود. هدف این فصل، پاسخ‌دادن به همین نیاز از طریق بررسی جامع منابع و ایجاد پایگاه داده مشاغل ویژه صنعت فولاد است. هنگامی که مسیر تحول مهارت‌ها روشن شود، می‌توان روشی بلندمدت برای توسعه شایستگی‌ها طراحی کرد تا شکاف میان انتظارات صنعت و توانایی‌های کنونی کارکنان کاهش یابد. چنین رویکردی باید هم به جذب استعدادهای تازه کمک کند و هم زمینه طراحی آموزش‌های مناسب برای کارکنان فعلی و بازطراحی فرایندهای کاری را فراهم آورد.

بنابراین، صنعت فولاد به نقشه راهی نیاز دارد که مهارت‌های فعلی و آینده نیروی انسانی و ابزارهای دستیابی به آن‌ها را مشخص کند. سیاست‌گذاران آموزشی نیز به راهنمایی بخشی نیاز دارند تا رشته‌ها، برنامه‌های آموزشی، مدارک تحصیلی و سرفصل‌های درسی را با نیاز واقعی صنعت هماهنگ سازند. این فصل در پاسخ به همین دو نیاز تدوین شده است.

در این پژوهش، فرایند تدوین چنین راهکاری به‌صورت گام‌به‌گام شرح داده می‌شود. ابتدا با بررسی منابع موجود، روندهای مهارتی کنونی صنعت فولاد شناسایی شده‌اند. سپس با تعیین شایستگی‌های فعلی و آینده، روش ایجاد پایگاه داده «شغل ـ مهارت» تشریح می‌شود. برای رسیدن به این هدف، راهبردهای توسعه شایستگی در صنایع دیگر، از جمله ماشین‌ابزار و ساخت‌وساز، بررسی و سپس روشی متناسب با صنعت فولاد از مجموعه‌ای گسترده از چارچوب‌ها، پروژه‌های اروپاییِ درون‌بخشی و میان‌بخشی و مقالات علمی استخراج شده است. در روند ساخت پایگاه داده، نیازهای مهارتی گروه‌های مختلف شغلی، از مهندسان و اپراتورها تا مدیران، مدنظر قرار گرفته است.

برای تعیین مشاغل مرتبط با فولاد و شناسایی شایستگی‌های هر شغل، از پایگاه اروپایی مهارت‌ها، شایستگی‌ها، مدارک و مشاغل (ESCO) استفاده شده است. مشاغل منتخب و مهارت‌های کنونی آن‌ها سپس در پایگاه داده‌ای مبتنی بر Excel قرار گرفته‌اند که با بهره‌گیری از Visual Basic for Applications یا VBA به‌صورت خودکار کار می‌کند.

در مرحله بعد، هر یک از عناوین شغلی پایگاه داده جداگانه بررسی شده‌اند تا مشاغلی که احتمالاً با دیجیتالی‌شدن صنعت تغییر می‌کنند، مشخص شوند. برای این کار، پژوهشگران بار دیگر به پروژه‌ها و چارچوب‌های راهبردی اروپایی مرتبط با مهارت‌های آینده مراجعه کرده‌اند. پس از شناسایی نیازهای نوظهور هر شغل، این شایستگی‌ها به پایگاه داده افزوده شده‌اند. نتیجه، پایگاه داده‌ای خودکار است که هم مهارت‌های موجود و هم مهارت‌های موردانتظار آینده مشاغل فولادی را دربرمی‌گیرد. در بخش پایانی نیز درباره ارزش این پژوهش برای کارخانه‌ها، مراکز آموزشی، سیاست‌گذاران و پژوهشگران بحث می‌شود.

انتظار نویسندگان آن است که این پایگاه داده، ابزاری پایه برای همراهی صنعت فولاد با تحول‌های فناورانه و سازمانی آینده باشد. تولیدکنندگان فولاد، دانشگاه‌ها و مراکز آموزش و مهارت‌آموزی ــ به‌ویژه مجموعه‌هایی که مسئول طراحی و اجرای دوره‌های آموزشی هستند ــ کاربران اصلی آن به شمار می‌روند. این چارچوب می‌تواند راهنمایی عملی برای پرورش نیروی انسانی توانمند و چندمهارتی در صنعت باشد.

۲. شناسایی مهارت‌های موردنیاز کنونی و آینده صنعت فولاد

این بخش بر شناسایی شایستگی‌های موردنیاز نیروی انسانی فولاد، در زمان حاضر و آینده، تمرکز دارد. منظور نویسندگان از «مهارت‌های آینده»، نیازهایی است که برای یک دوره ده‌ساله، **تا سال ۲۰۳۳**، پیش‌بینی شده‌اند؛ این افق زمانی مربوط به زمان نگارش پژوهش است. ابتدا روندهای تازه مؤثر بر صنعت از طریق بررسی منابع شناسایی می‌شوند و سپس در بخش سوم، روش ساخت پایگاه داده مشاغل و مهارت‌ها و نتایج آن به‌تفصیل

توضیح داده می‌شود. شرط لازم برای پیش‌بینی نسبتاً دقیق تحولات مهارتی این است که ابتدا تصویری کلی از آینده صنعت فولاد داشته باشیم؛ تصویری که از بررسی پیامدهای تغییرات صنعتی کنونی و پیش‌رو بر کارکنان به دست می‌آید.

مانند دیگر بخش‌های صنعتی، فولادسازی نیز به‌شدت از همه‌گیری کووید-۱۹ تأثیر پذیرفت. از منظر تولید و کسب‌وکار، مهم‌ترین پیامد این بحران، سرعت‌گرفتن پذیرش فناوری‌های دیجیتال بود؛ فناوری‌هایی که عملیات چابک و انعطاف‌پذیر را امکان‌پذیر می‌کنند. استفاده از فناوری‌های موجود و نوظهور صنعت ۴.۰ در سراسر تولید صنعتی افزایش یافت (Naselli 2020؛ Agrawal et al. 2021). ازاین‌رو، ادغام فناوری‌های هوشمند در فرایندها و بازآموزی و ارتقای متناسب مهارت‌های کارکنان به اولویت‌های راهبردی صنعت تبدیل شده‌اند.

در سوی دیگر، طی دهه‌های گذشته در اتحادیه اروپا، کاهش فرصت‌های شغلیِ مربوط به کارهای تکراری و کم‌مهارت در تولید صنعتی افزایش یافته است. انتظار می‌رود با خودکارشدن وظایف این مشاغل، این روند ادامه پیدا کند. بااین‌حال، بازآموزی و ارتقای توانایی‌های کارکنان این گروه می‌تواند امکان ادامه نقش‌آفرینی آن‌ها را در صنعت فراهم کند (Madl 2021).

هم‌زمان با دیجیتالی‌شدن، فولادسازان به‌دنبال راهکارهایی هستند که بهره‌وری استفاده از منابع را افزایش دهند و انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش دهند، بی‌آنکه رقابت‌پذیری و رشد اقتصادی آسیب ببینند. به همین دلیل، پایداری محیط‌زیستی به یکی از موضوعات ثابت دستورکار شرکت‌ها و سیاست‌گذاران تبدیل شده است. این راهبردها علاوه بر مصرف بهینه منابع، پایداری و بهره‌وری انرژی، ایمنی و رفاه کارکنان را نیز دربرمی‌گیرند (Spire-SAIS 2020). فناوری‌های دیجیتال به تولیدکنندگان فولاد امکان می‌دهند فرایندهایی کم‌مصرف‌تر، بهره‌ورتر و با آثار زیست‌محیطی کمتر اجرا کنند. به‌بیان دیگر، پایداری، یکی از بسترهای اصلی شکل‌گیری صنعت ۴.۰ است (Gajdzik et al. 2020). هرچند جداسازی کامل این دو عامل امکان‌پذیر نیست، «صنعت ۴.۰» و «پایداری» دو محرک مهم تحول مهارت در صنعت فولادند. این دو عامل آهنگ تغییر مهارت‌ها را نسبت به روندهای تاریخی تندتر کرده و صنعت را به ارتقای کیفیت توانمندی‌های کارکنان واداشته‌اند.

پیشرفت فناوری، وظایف روزمره متخصصان فولاد را تغییر می‌دهد و در نتیجه، مهارت‌های لازم برای انجام همان وظایف نیز دگرگون می‌شوند (European Commission Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises 2019؛ Ellingrud et al. 2020). داده‌های بلادرنگ حاصل از سامانه‌های تولید هوشمند و خودکار، به کارکنان کمک می‌کنند در زمان کوتاه‌تری تصمیم‌های آگاهانه‌تری بگیرند و موقعیت‌های پیچیده را بهتر مدیریت کنند (Branca et al. 2020؛ Schlegel et al. 2018). در بسیاری از مشاغل، کارکنان در کنار ماشین‌آلات و ربات‌ها فعالیت خواهند کرد. ربات‌های همکار به‌تدریج استقلال بیشتری به دست می‌آورند و کارهای ساده و تکراری را بر عهده می‌گیرند؛ در مقابل، اپراتورها با مسائل پیچیده‌تر روبه‌رو می‌شوند و

تصمیم‌های حساس‌تری می‌گیرند (Akyazi et al. 2022). به همین دلیل، توان تصمیم‌گیری اهمیت بیشتری خواهد یافت.

فناوری‌های صنعت ۴.۰ رابطه انسان و ماشین را نیز تغییر می‌دهند (Gajdzik and Wolniak 2021؛ Tihinen et al. 2017؛ Ten and St 2015). سهم کار فیزیکی انسان کاهش می‌یابد و با خودکارشدن عملیات تکراری، انتظار می‌رود بخش بیشتری از کارکنان در اتاق‌های کنترل و محیط‌های نظارت از راه دور مستقر شوند. فعالیت‌هایی که پیش‌تر به حضور مستقیم کنار تجهیزات نیاز داشتند، بیشتر از طریق رایانه، پایش داده‌ها و نظارت بر فرایند انجام خواهند شد.

درعین‌حال، کنترل فناوری‌های جدید، نظارت بر فرایندهای خودکار و انجام کارهای تخصصی‌تر، مهارت‌های تازه‌ای می‌طلبد (Romero et al. 2016). برای مثال، سامانه‌های تولید خودیادگیر که بر پایه هوش مصنوعی توسعه می‌یابند، به اپراتورها امکان نظارت بر عملکرد ماشین‌آلات از راه دور را می‌دهند (Bokrantz et al. 2017؛ Wang et al. 2018). نقش انسان نه‌فقط در نظارت، بلکه در فعالیت‌های تعمیرات و نگهداری نیز همچنان حیاتی و حتی تخصصی‌تر خواهد بود. امکان نظارت آنلاین ممکن است برای برخی وظایف اپراتوری، دورکاری را نیز فراهم کند. از منظر سازمانی، ورود هوش مصنوعی می‌تواند فعالیت‌ها را تیم‌محورتر کند و از نفوذ ساختارهای بسیار سلسله‌مراتبی، دیوان‌سالاری و موانع ارتباطی بکاهد. همکاری در این محیط دیگر فقط میان همکاران انسانی نیست؛ تعامل مؤثر کارکنان با سامانه‌های خودکار نیز اهمیت پیدا می‌کند (European Centre for the Development of Vocational Training 2009).

در مجموع، پیش‌بینی نمی‌شود که همه مشاغل صنعت فولاد به‌طور کامل حذف شوند. در عوض، وظایف کارکنان گسترده‌تر می‌شود و ممکن است فعالیت‌های چند واحد سازمانی را پوشش دهد. در نتیجه، کارکنان به شناخت وسیع‌تر از حوزه‌های کاری مختلف و سطح بالاتری از صلاحیت نیاز خواهند داشت. توان انجام چند وظیفه و جابه‌جایی میان آن‌ها به یکی از قابلیت‌های مهم بدل می‌شود (Akyazi et al. 2022).

پیامد مستقیم چنین تحولی، افزایش تقاضا برای مهارت‌های دیجیتال است (Madl 2021؛ Deming 2015). کارکنان دیگر صرفاً به سواد دیجیتال پایه نیاز ندارند، بلکه باید با قابلیت‌های پیشرفته‌ای مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رباتیک، یادگیری ماشین، واقعیت افزوده، تحلیل کلان‌داده، رایانش ابری، دوقلوی دیجیتال، شبیه‌سازی و نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه آشنا باشند (Branca et al. 2020؛ Gajdzik and Wolniak 2021؛ Neef et al. 2018؛ Fragassa et al. 2019؛ Hanoglu and Šarler 2019؛ Colla et al. 2021). با گسترش استفاده از این فناوری‌ها، امنیت و حفاظت از داده‌ها نیز برای ایجاد اعتماد به سامانه‌های جدید اهمیت بنیادین پیدا می‌کند.

پذیرش نوآوری دیجیتال تنها به توانایی فنی وابسته نیست؛ کارکنان فولاد به مهارت‌های اجتماعی و عاطفی نیز

نیاز دارند، زیرا نویسندگان معتقدند ماشین‌ها در آینده نزدیک نمی‌توانند این مهارت‌ها را مانند انسان فراگیرند (Akyazi et al. 2022). با افزایش خودکارسازی، مسئولیت‌های مهم‌تری به نیروی انسانی واگذار می‌شود و برای انجام آن‌ها، علاوه بر سواد خواندن و نوشتن، مهارت‌های عددی و فناوری اطلاعات و ارتباطات، قابلیت‌هایی مانند همکاری، ابتکار عمل، حل مسئله و کار تیمی ضروری است (Deming 2015؛ ESSA 2019). انعطاف‌پذیری و امکان انتقال مهارت میان وظایف مختلف نیز اهمیت بیشتری می‌یابد (German National Academy of Science and Engineering 2016).

در همین مسیر، از اهمیت برخی توانایی‌های شناختی پایه کاسته می‌شود و در مقابل، مهارت‌های شناختی پیشرفته مانند خلاقیت، یادگیری مادام‌العمر، کار گروهی، حل مسئله و تصمیم‌گیری برجسته‌تر می‌شوند (Gajdzik et al. 2020؛ ESSA 2019). تفکر انتقادی، حل مستقل مسائل، مدیریت پیچیدگی، پردازش اطلاعات دشوار، شناخت فرایندها در حوزه‌های مختلف سازمان و تفکر و عمل میان‌رشته‌ای، برای محیط صنعتی آینده حیاتی خواهند بود (Schlegel et al. 2018؛ Deming 2015). تقاضا برای توان ارتباط مؤثر و مذاکره نیز افزایش می‌یابد. باوجود کاهش نسبی نیاز به کار فیزیکی، مهارت‌های دستی و بدنی همچنان بزرگ‌ترین گروه مهارت‌ها باقی خواهند ماند؛ البته محتوای آن‌ها برحسب سطح خودکارسازی هر شغل تغییر خواهد کرد.

مهارت‌های سبز نیز برای حفظ رقابت‌پذیری صنعت تولید اروپا، از جمله فولادسازی، حیاتی شناخته می‌شوند. علت آن افزایش توجه به محیط‌زیست، پایداری و بهره‌وری انرژی است (OECD 2014). همچنین کشورهای اتحادیه اروپا برای دستیابی به هدف‌های محیط‌زیستی الزام‌آور تا سال ۲۰۵۰ توافق کرده‌اند (Spire-SAIS 2020). در آینده نزدیک نه‌فقط مدیران، بلکه اپراتورها نیز باید با بهره‌وری منابع، بازیافت و استفاده مجدد از مواد آشنا باشند (ESSA 2019). مجموعه این شایستگی‌ها موضوعات گسترده‌ای را دربرمی‌گیرد: آگاهی و پایش محیط‌زیستی، پایداری، درک مفاهیم اقتصاد چرخشی و هم‌زیستی صنعتی، تجربه میدانی، مدیریت و پیشگیری از تولید پسماند، استفاده مجدد و بازیافت، طراحی زیست‌محیطی محصول و فرایند، صرفه‌جویی در آب، مدیریت پایدار منابع، ارزیابی چرخه عمر محصول، مدیریت انرژی تجهیزات و کارخانه، توسعه و نصب سامانه‌های تحلیل مصرف انرژی، اصول تولید کم‌مصرف، پایش و تحلیل انرژی، انتخاب تجهیزات اندازه‌گیری مصرف، گردآوری داده‌های انرژی، شناخت مقررات و الزامات قانونی مرتبط با پسماند و انتشار CO (Spire-SAIS 2020؛ OECD 2014؛ INSIGHT 2020).

در پایان این بررسی می‌توان گفت نیروی انسانی آینده فولاد به مجموعه‌ای از شایستگی‌ها نیاز دارد: مهارت‌های شناختی و اجتماعی برای همکاری با فناوری‌های هرچه خودکارتر، از جمله تفکر انتقادی، ارتباط، کار تیمی و یادگیری مستمر؛ مهارت‌های دیجیتال از سطح پایه تا پیشرفته برای هدایت تحول دیجیتال؛ و مهارت‌های سبز برای پاسخ به الزامات پایداری، بهره‌وری انرژی و محیط‌زیست. این سه حوزه در کنار یکدیگر آینده توسعه شایستگی در صنعت فولاد را شکل می‌دهند.

۳. ایجاد پایگاه داده بخشی مشاغل و مهارت‌ها

هدف اصلی این بخش، ساخت پایگاه داده‌ای است که نیازهای شایستگیِ فعلی و آینده نزدیکِ مشاغل صنعت فولاد را در خود داشته باشد. ابتدا روش انجام پژوهش و منابع داده شرح داده می‌شود و سپس نتایج و کاربردهای پایگاه داده ارائه می‌گردد.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش بر بررسی گسترده منابع بین‌المللی، پروژه‌ها و چارچوب‌های میان‌بخشی اروپا و دیدگاه متخصصان موضوعی پروژه ESSA درباره مهارت‌های آینده کارکنان فولاد استوار است. گروه پژوهشی پیش‌تر از روشی مشابه برای بررسی نیازهای مهارتی بخش‌های صنعتی دیگر استفاده کرده بود (Akyazi et al. 2020a, b, c, d, 2022؛ Arcelay et al. 2021).

در ایجاد پایگاه داده دو منبع اصلی به کار رفته است: نخست، پایگاه ESCO، یعنی طبقه‌بندی چندزبانه اروپایی مهارت‌ها، شایستگی‌ها، مدارک و مشاغل که زیر نظر کمیسیون اروپا توسعه یافته است؛ دوم، پروژه «دستورکار و راهبرد پایدار مهارت‌های فولاد اروپا با هدایت صنعت» یا ESSA که هدف آن تدوین چارچوبی برای «دستورکار جدید مهارت‌ها» در سطح اتحادیه اروپا بوده و گروه نویسندگان نیز در آن مشارکت داشته‌اند (ESSA 2019).

ESCO را می‌توان فرهنگ واژگان و طبقه‌بندی جامعی برای مشاغل و مهارت‌های مرتبط با آموزش، مهارت‌آموزی و بازار کار اروپا دانست. این پایگاه، مشاغل و شایستگی‌ها را به چند زبان سامان‌دهی می‌کند و بر چارچوب «طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی مشاغل» (ISCO-08)، تدوین‌شده توسط سازمان بین‌المللی کار (ILO)، متکی است. به همین دلیل، اطلاعات ESCO را می‌توان به طیف گسترده‌ای از دسته‌بندی‌های بین‌المللی مشاغل که به چارچوب ILO وابسته‌اند، پیوند داد (European Commission ESCO 2022).

منبع دوم، یعنی ESSA، برای تدوین چارچوبی هماهنگ و پایدار از مهارت‌های صنعت فولاد اروپا آغاز شده است؛ چارچوبی که خود صنعت در شکل‌گیری آن نقش اصلی داشته باشد و راهبردی برای اجرای مستمر و کوتاه‌مدت نیازهای مهارتی تازه ارائه دهد. این پروژه می‌کوشد با طراحی و اجرای آزمایشی ماژول‌ها و ابزارهای آموزشی، شناخت نیازهای نوظهور را افزایش دهد و زمینه به‌کارگیری مهارت‌های جدید را فراهم کند؛ به‌گونه‌ای که صنعت فولاد در رقابت جهانی توانمند باشد، نیازهای آینده را پیشاپیش تشخیص دهد و برای سازگاری مشاغل در حال تحول، اقدامات عملی و پیش‌دستانه انجام دهد (ESSA 2019).

یافته‌های بررسی منابع در بخش دوم، که روندهای عمومی مهارتی صنعت فولاد را روشن کرده بود، نقش مهمی در تدوین پایگاه داده داشت. منابع پژوهش با دقت از میان مقالات نشریات معتبر، گزارش‌های کمیسیون اروپا

و مطالعات مؤسسه مشاوره مک‌کینزی انتخاب شدند.

همچنین از «چارچوب اروپایی نقش‌های حرفه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات» برای تشخیص مهارت‌های ICT موردنیاز در فولادسازی استفاده شد. این چارچوب با همکاری «شورای انجمن‌های حرفه‌ای انفورماتیک اروپا» (CEPIS) و «کمیته اروپایی استانداردسازی» (CEN) تدوین شده است. CEPIS نماینده انجمن‌های ملی انفورماتیک اروپاست و به‌عنوان سازمانی غیرانتفاعی، علاوه بر نمایندگی متخصصان فناوری اطلاعات در ۲۸ کشور، با توجه به تأثیر فناوری اطلاعات بر صنعت، جامعه و بازار کار، در توسعه استانداردهای حرفه‌ای این حوزه نقش دارد (CEPIS 2020).

CEN نیز نهادهای ملی استانداردسازی ۳۴ کشور اروپایی را گرد هم می‌آورد و فعالیت‌های استانداردسازی را در بخش‌ها و حوزه‌های گوناگون پشتیبانی می‌کند (CEN 2022). همکاری CEPIS و CEN به تدوین چارچوب مشترک اروپاییِ نقش‌های حرفه‌ای ICT انجامید؛ مرجعی که برنامه‌ریزی، مدیریت و توسعه نیازهای مهارتی فناوری اطلاعات و ارتباطات را در قالب نقش‌های شغلی مشخص تسهیل می‌کند (CEN and European e-Competence Framework 2019).

علاوه بر این منابع، پژوهشگران از پروژه‌های راهبردی میان‌بخشی دیگری نیز استفاده کردند: «ائتلاف مهارت‌ها برای هم‌زیستی صنعتی؛ چارچوب میان‌بخشی صنعت فرایندی پایدار» (SPIRE-SAIS 2020)، «ائتلاف مهارت‌های ماشین‌ابزار» (METALS 2016)، «دیجیتالی‌سازی بنگاه‌های کوچک و متوسط» (SMeART 2018) و «رویه‌های کارآموزی باکیفیت در سازمان‌های آموزشی» (APPRENTICESHIPQ 2018). این طرح‌ها تصویری فراگیر از نیازهای تازه مهارتی در صنایع مختلف، به‌ویژه در زمینه بهره‌وری انرژی، هم‌زیستی صنعتی، دیجیتالی‌شدن و آموزش، ارائه کردند.

برای ساخت نسخه خودکار پایگاه داده مشاغل و مهارت‌های فولاد، از زبان Visual Basic for Applications (VBA) در محیط صفحه‌گسترده Microsoft Excel استفاده شد. ازآنجاکه ESCO به‌طور منظم به‌روزرسانی می‌شود، پایگاه داده بخشی نیز باید بتواند همگام با آن تغییر کند. به همین منظور، یک رابط برنامه‌نویسی کاربردی (API) برای خودکارسازی به‌روزرسانی داده‌ها ایجاد شد.

نتایج و بحث

هدف این روش، ایجاد پایگاه داده خودکار برای مشاغل فولادی بود؛ پایگاهی که در کنار مهارت‌ها و شایستگی‌های کنونی، نیازهای پیش‌بینی‌شده برای ده سال آینده را نیز پوشش دهد.

برای شناسایی عناوین شغلی مرتبط با صنعت فولاد و تعیین مهارت‌ها و شایستگی‌های فعلی آن‌ها، ESCO

منبع داده اصلی بود. در گام نخست، مشاغل وابسته به صنعت فولاد در این پایگاه بررسی و انتخاب شدند؛ سپس اطلاعات آن‌ها به یک برگه Excel انتقال یافت. پس از ثبت تمام مشاغل، با اجرای کدهای VBA فرایند خودکارسازی انجام شد. حاصل این مرحله، نسخه نخست پایگاه داده‌ای بود که فقط مهارت‌ها و دانش موردنیاز در وضعیت فعلی را دربرمی‌گرفت. مرحله بعد، شناسایی شایستگی‌های آینده و افزودن آن‌ها به همین ساختار خودکار بود.

ESCO مرجعی منظم و کاربردی برای یافتن اطلاعات معتبر درباره مشاغل و مهارت‌های بازار کار اتحادیه اروپاست، اما درباره مسیر تحول طبیعی مشاغل اطلاعات کافی ارائه نمی‌کند. به‌ویژه شایستگی‌های جدیدی که از پیشرفت فناوری پدید می‌آیند ــ مانند مهارت‌های دیجیتال، فرابخشی و سبز ــ باید در آن تکمیل و به‌روز شوند. به همین دلیل، برای شناسایی نیازهای آینده مشاغل فولاد، پژوهشگران به منابعی فراتر از ESCO مراجعه کردند: یافته‌های مرور روندهای آینده صنعت فولاد در بخش دوم با عناصر اصلی روشی که در پروژه ESSA توسعه یافته بود، ترکیب شد.

بنابراین مرجع اصلی برای تعیین شایستگی‌های آینده، شامل مهارت‌های دیجیتال، فردی، اجتماعی، روش‌شناختی و سبز، پروژه ESSA بود. پس از آن، متناسب‌ترین مهارت‌ها از خروجی پایگاه‌ها و پروژه‌های اتحادیه اروپا انتخاب شدند: مهارت‌های سبز از SPIRE-SAIS، شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات از چارچوب اروپایی نقش‌های حرفه‌ای ICT و مهارت‌های دیجیتال، فردی و روش‌شناختی از پروژه METALS استخراج شدند.

فهرست نهایی شایستگی‌های آینده با تلفیق این یافته‌ها و نظر متخصصان موضوعی تهیه شد. این فرایند کمک کرد روشن شود نیروی انسانی فولاد برای اجرای موفق تحول دیجیتال و رسیدن به صنعتی رقابتی و پایدار، به چه توانایی‌های تازه‌ای نیاز دارد. نتیجه در جدول‌های ۱ تا ۳ ارائه شده است. برای سهولت استفاده، شایستگی‌ها در سه گروه دسته‌بندی شدند: (۱) مهارت‌های دیجیتال، (۲) مهارت‌های فردی، اجتماعی و روش‌شناختی و (۳) مهارت‌های سبز.

جدول 1. شایستگی‌های دیجیتال آینده شناسایی‌شده برای نیروی انسانی صنعت فولاد

شایستگی دیجیتال
اینترنت اشیا (IoT)
یادگیری ماشین (Machine Learning)
کلان‌داده (Big Data)
رایانش ابری (Cloud Computing)

شایستگی دیجیتال
هوش مصنوعی (AI)
هوش تجاری (BI)
فناوری حسگرها
ربات‌های همکار و پیشرفته
سفارشی‌سازی و شخصی‌سازی تولید
واقعیت افزوده (AR)
سامانه‌های سایبری ـ فیزیکی (CBS؛ اختصار درج‌شده در متن اصلی)
رابط‌های انسان و ماشین (HMI)
امنیت سایبری
تولید افزایشی
نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه و پیش‌دستانه
مدیریت رایانه‌ای نگهداری و تعمیرات
دوقلوی دیجیتال
شبیه‌سازی فرایند و یکپارچه‌سازی آن در تولید
ارتباط ماشین با ماشین (M2M) و ارتباط با محیط
سامانه‌های پایش آنلاین تجهیزات و فرایندها
ردیابی‌پذیری
مهارت‌های دیجیتال پایه
استفاده از ابزارهای ارتباط دیجیتال
ورود و پردازش اولیه داده
تحلیل و مدل‌سازی پیشرفته داده
مدیریت داده و ذخیره‌سازی ایمن
تجارت الکترونیکی
برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)
سیستم اجرای تولید (MES)
سواد مالی
رویه‌های کیفیت مرتبط با تحول دیجیتال
برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه

SteelExperts.ir

جدول 2. شایستگی‌های فردی، اجتماعی و روش‌شناختیِ آینده برای کارکنان صنعت فولاد

گروه شایستگی و عنوان مهارت
شایستگی‌های فردی
تفکر انتقادی و تصمیم‌گیری
تفکر راهبردی و نظام‌مند
تفکر و عمل میان‌رشته‌ای
یادگیری مستمر
سازگاری و انطباق با تغییر
توان کار مستقل
مهارت‌های اخلاقی
تجربه فردی
مهارت‌های زبانی مناسب
شایستگی‌های روش‌شناختی
خلاقیت
شناخت فرایندهای میان‌وظیفه‌ای
حل مسائل پیچیده
ارزیابی فرصت‌ها
مدیریت ریسک
مدیریت ارتباط با مشتری
خلاقیت
شناخت فرایندهای میان‌وظیفه‌ای
مهارت‌های عددی و ارتباطی پایه
مهارت‌های کمی و آماری
پردازش و تفسیر اطلاعات پیچیده
سواد پیشرفته خواندن و نوشتن
شایستگی‌های اجتماعی
کارآفرینی و ابتکار عمل
مهارت‌های بین‌فردی و همدلی
همدلی فرهنگی

SteelExperts.ir

گروه شایستگی و عنوان مهارت
گوش‌دادن فعال
ارتباط مؤثر و مهارت مذاکره
مهارت کار تیمی
رهبری و مدیریت دیگران
حل تعارض
شبکه‌سازی حرفه‌ای
آموزش و تربیت دیگران

جدول 3. شایستگی‌های سبز آینده شناسایی‌شده برای نیروی انسانی صنعت فولاد

شایستگی سبز
آگاهی محیط‌زیستی
درک مفاهیم اقتصاد چرخشی و هم‌زیستی صنعتی
کاهش و پیشگیری از پسماند
مدیریت پسماند
استفاده مجدد از منابع و بازیافت
مدیریت پایدار منابع
تفکر چرخه عمر محصول و ارزیابی آن
طراحی زیست‌محیطی محصولات، فناوری‌ها و فرایندها
درک مفهوم بهره‌وری انرژی
شناخت مصرف و هزینه‌های انرژی
مدیریت انرژی تجهیزات و کارخانه‌ها
بهینه‌سازی سامانه‌ها و تحلیل فرایند
گردآوری و تحلیل داده‌های انرژی
سکوهای مدیریت انرژی تجهیزات و کارخانه‌ها
اصول تولید برای کاهش مصرف انرژی
انتخاب و استفاده از تجهیزات پایش مصرف انرژی
آگاهی عمومی از مقررات، ازجمله قانون‌گذاری و انطباق با الزامات
قوانین مدیریت پسماند و انتشار CO

پس از شناسایی شایستگی‌های آینده، باید مشخص می‌شد کدام عناوین شغلی با دیجیتالی‌شدن صنعت فولاد دگرگون خواهند شد. برای این منظور، تک‌تک مشاغل انتخاب‌شده در پایگاه داده بررسی شدند. در تشخیص مشاغل در حال تغییر، پروژه ESSA مبنای کار بود. در کنار آن، از پروژه‌های اروپاییِ پیش‌تر معرفی‌شده که در صنایع مختلف اجرا شده بودند نیز کمک گرفته شد تا مشاغلی که به‌دلیل صنعت ۴.۰ به بازنگری نیاز دارند، شناسایی شوند.

سپس مشاغل فولادی با وظایف مشابه در صنایع دیگر ــ از جمله مهندسی فرایند و مدیریت صنعتی ــ مقایسه شدند؛ مشاغلی که تحت تأثیر صنعت ۴.۰ تغییر کرده‌اند. بر این اساس، مهارت‌های آینده آن‌ها به پایگاه داده افزوده شد. چارچوب اروپایی نقش‌های حرفه‌ای ICT، به‌طور خاص، هم اطلاعات مربوط به تغییر مشاغل حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات را فراهم کرد و هم نیازهای مهارتی آینده آن‌ها را. برای سایر مشاغل فولاد، گروه پژوهشی درباره لزوم یا عدم لزوم به‌روزرسانی مهارت‌ها تصمیم گرفت. هرجا بازنگری ضروری تشخیص داده شد، با اتکا به نظر متخصصان موضوعی، نیازهای شایستگی آینده به‌طور تفصیلی بررسی شدند. این شایستگی‌ها سپس با برچسب «ضروری» یا «اختیاری» به‌صورت دستی به پایگاه داده اضافه شدند.

پس از ادغام تمام شایستگی‌های تازه، فرایند به‌روزرسانی مهارت برای هر عنوان شغلی تکمیل شد و پایگاه داده خودکار مشاغل و مهارت‌های فولاد شکل نهایی خود را پیدا کرد. برای کاربردی‌بودن سامانه، نویسندگان فرض کردند که همه مهارت‌ها و دانش ثبت‌شده در ESCO که اکنون موردنیازند، در آینده نیز موردنیاز خواهند بود؛ مگر اینکه بعدها منسوخ شوند و از هر دو پایگاه حذف گردند. همچنین اگر مهارتی که به‌عنوان «نیاز آینده» شناسایی شده بود از پیش در ESCO وجود داشت، دیگر با عنوان مهارت جدید آینده ثبت نمی‌شد؛ فقط توانایی‌هایی که واقعاً تازه شناسایی شده بودند در این گروه قرار می‌گرفتند.

جدول ۴، نمونه‌ای از یک برگه داده در پایگاه خودکار مشاغل و مهارت‌های فولاد را نشان می‌دهد. در این نمونه، شغل «اپراتور دستگاه ریخته‌گری» انتخاب شده است. چهار ردیف آغازین، سلسله‌مراتب گروه‌های شغلی را نشان می‌دهند: این شغل زیرمجموعه «اپراتورهای واحدهای فرآوری فلزات» است که خود در گروه گسترده‌تر «اپراتورهای واحدهای فرآوری و تکمیل فلزات» قرار می‌گیرد. در جدول، پیوند مستقیمی به صفحه مربوط در ESCO وجود دارد که دسترسی به اطلاعات این حرفه را فراهم می‌کند. همچنین کد ISCO، نام‌های جایگزین شغل و دانش و مهارت‌های ضروری و اختیاری آن نمایش داده شده‌اند. در نسخه اصلی جدول، نیازهای کنونی استخراج‌شده از ESCO با رنگ سیاه و شایستگی‌های آینده شناسایی‌شده در این پژوهش با رنگ قرمز مشخص شده‌اند؛ در ترجمه حاضر، این دو دسته با عنوان‌های مستقل تفکیک شده‌اند.

جدول 4. نمونه برگه استخراج‌شده از پایگاه داده خودکار مشاغل و مهارت‌های صنعت فولاد؛ شغل اپراتور دستگاه ریخته‌گری

ردیف / کد	اطلاعات و شایستگی‌ها
دسته‌بندی سلسله‌مراتبی شغل در ISCO	
8	اپراتورهای کارخانه و ماشین‌آلات و مونتاژکاران
81	اپراتورهای واحدها و ماشین‌آلات ثابت
812	اپراتورهای واحدهای فرآوری و تکمیل فلزات
8121	اپراتورهای واحدهای فرآوری فلزات
8121.1	اپراتور دستگاه ریخته‌گری
پیوند ESCO	data.europa.eu/esco/occupation/25206eaa-04da-4fd6-bac7-173d7eb142dc
عنوان‌های شغلی جایگزین	کارگر قالب‌ریزی؛ قالب‌گیر فلز؛ اپراتور ریخته‌گری؛ کارگر قالب‌سازی و ریخته‌گری؛ قالب‌گیر؛ کارگر پاتیل؛ ریخته‌گر فلز؛ مسئول بارریزی و ریخته‌گری؛ کارگر ریخته‌گری؛ کارگر قالب‌گیری؛ متصدی پاتیل. (mold casting worker / metal molder / foundry operator / molding and casting worker / metal moulder / ladleman / metal caster / pourer and caster / foundryman / mould casting worker / ladleperson)
شرح شغل	اپراتورهای دستگاه ریخته‌گری با راه‌اندازی، تنظیم و مراقبت از ماشین‌های ریخته‌گری، فلزات آهنی و غیرآهنیِ مذاب را به شکل موردنظر درمی‌آورند. آن‌ها جریان فلز مذاب به داخل قالب را هدایت می‌کنند، شرایط لازم برای دستیابی به بالاترین کیفیت را فراهم می‌آورند، جریان مذاب را برای تشخیص عیب زیر نظر می‌گیرند و در صورت بروز مشکل، به فرد مسئول اطلاع می‌دهند و در برطرف‌کردن آن مشارکت می‌کنند.
کد ISCO	8121
دانش کنونی ـ ضروری	
1	فرایندهای ریخته‌گری
2	ساخت محصولات مونتاژی فلزی
3	فناوری‌های اتصال فلزات
مهارت / شایستگی کنونی ـ ضروری	
1	ورود فلزات پایه به کوره
2	مونتاژ قطعات فلزی
3	نگهداری اجزای قالب
4	استفاده از ابزارهای تعمیر قطعات ریخته‌گری
دانش کنونی ـ اختیاری	
1	فرآوری فلزات گران‌بها
2	انواع فلزات
مهارت / شایستگی کنونی ـ اختیاری	
1	ارزیابی تناسب انواع فلز برای کاربرد مشخص
2	برش محصولات فلزی
3	رعایت برنامه زمانی کار تولید

SteelExperts.ir

ردیف / کد	اطلاعات و شایستگی‌ها
	شایستگی‌های آینده ـ ضروری
1	ربات‌های همکار و پیشرفته
2	مهارت‌های دیجیتال پایه
3	هوش مصنوعی (AI)
4	نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه و پیش‌دستانه
5	واقعیت افزوده (AR)
6	دوقلوی دیجیتال
7	تفکر انتقادی و تصمیم‌گیری
8	تفکر راهبردی و نظام‌مند
9	مهارت ارتباط مؤثر
10	مهارت‌های کار تیمی
11	سواد پیشرفته خواندن و نوشتن
12	شناخت مصرف و هزینه‌های انرژی
13	استفاده از تجهیزات پایش مصرف انرژی
14	کاهش و پیشگیری از پسماند
15	استفاده مجدد از منابع و بازیافت
	شایستگی‌های آینده ـ اختیاری
1	امنیت سایبری
2	رویه‌های کیفیت مرتبط با تحول دیجیتال
3	خلاقیت
4	مهارت‌های بین‌فردی و همدلی
5	همدلی فرهنگی
6	پردازش و تفسیر اطلاعات پیچیده

این جدول را می‌توان «جدول هوشمند» نامید، زیرا نمایش اطلاعات آن با خودکارسازی انجام می‌شود. هنگامی که کاربر عنوان «اپراتور دستگاه ریخته‌گری» را با شغل دیگری جایگزین کند، اطلاعات حرفه جدید به‌صورت خودکار ظاهر شده و جای داده‌های شغل قبلی را می‌گیرد. بدین‌ترتیب، پایگاه داده می‌تواند شایستگی‌های هر عنوان شغلی را بی‌درنگ نمایش دهد و ابزار مناسبی برای برنامه‌ریزی توسعه شایستگی‌ها باشد.

پایگاه داده پیشنهادی دو تفاوت عمده با پایگاه‌های متعارفی مانند ESCO دارد: نخست اینکه مهارت‌های

پیش‌بینی‌شده آینده را نیز به تفکیک شغل دربرمی‌گیرد و دوم اینکه به‌طور اختصاصی برای صنعت فولاد طراحی شده است. هدف پژوهش، پرکردن خلأ پایگاه داده‌ای بخشی بود که نیازهای جدید ناشی از تحول صنعتی، نوآوری و الزامات پایداری را منعکس کند. بنابراین، نویسندگان امیدوارند یافته‌های آن‌ها به تکمیل و به‌روزرسانی مستمر ESCO کمک کند و با همکاری کارشناسان این پایگاه، اطلاعات حاصل مؤثرتر در اختیار کاربران قرار گیرد. هماهنگی با چارچوب ESCO اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا این سامانه در بازار کار و مراکز آموزشی اروپا مرجعی مشترک و مهم به شمار می‌رود.

نتایج پژوهش توسط شرکت **Sidenor Aceros Especiales SLU** نیز اعتبارسنجی شده است؛ شرکتی بین‌المللی که در بازار اروپایی محصولات طویل فولادهای ویژه فعالیت برجسته‌ای دارد. سیدنور به‌عنوان شریک صنعتی در پروژه ESSA هم مشارکت می‌کند و می‌کوشد مهارت‌های لازم را در نیروی انسانی خود توسعه دهد تا کارکنان بتوانند با پیشرفت‌های فناورانه کنونی و آینده و الزامات پایداری سازگار شوند. شرکت، با شناسایی شکاف مهارتی و یافتن دوره‌های آموزشی مناسب، در حال ارتقای مهارت و بازآموزی کارکنان است و از پایگاه داده خودکار و اختصاصی طراحی‌شده در این پژوهش استفاده می‌کند.

این پایگاه داده به سیدنور و سایر شرکت‌ها امکان می‌دهد به اطلاعات مربوط به نیازهای مهارتی آینده هر شغل فولادی به‌آسانی دسترسی داشته باشند و بر پایه آن، دوره‌های آموزشی متناسب با مشاغل سازمان خود را ارزیابی و انتخاب کنند. به گفته نویسندگان، پس از تأیید اعتبار پایگاه، واحد منابع انسانی سیدنور استفاده عملی از آن را در فرایند توسعه مهارت‌های جدید آغاز کرده است.

۴. نتیجه‌گیری

صنعت فولاد در اثر صنعت ۴.۰ و ضرورت‌های پایداری با تحولاتی عمیق و مداوم در مدل‌های تولید روبه‌روست. این صنعت هم‌اکنون در مسیر دیجیتالی‌شدن و حرکت به‌سوی فولادسازی هوشمند قرار دارد. استفاده از فناوری‌های هوشمند می‌تواند فرایندهای تولید را کارآمدتر و قابل‌اعتمادتر کند و کیفیت محصولات و خدمات را افزایش دهد؛ ازاین‌رو صنعت ۴.۰ فرصتی مهم برای فولادسازی به شمار می‌رود. بااین‌حال، فرایندهای هوشمندِ منعطف، مکمل و پیچیده، ساختار سازمانی و مهارت‌های موردنیاز را نیز دگرگون می‌کنند.

از سوی دیگر، فولادسازان می‌خواهند ضمن حفظ رقابت‌پذیری خود، منابع را بهینه‌تر مصرف کنند و انتشار CO را کاهش دهند. آن‌ها به‌دنبال راهکارهایی هستند که علاوه بر افزایش بهره‌وری انرژی، با الگوهای جدید کسب‌وکار، هم‌زیستی صنعتی (IS)، الزامات زیست‌محیطی و تحولات فناورانه سازگار باشند. این تغییر هم فرصت ایجاد می‌کند و هم چالش. به همین علت، صنعت فولاد به نیروی انسانی چندمهارتی نیاز فوری دارد؛

نیرویی که بتواند فناوری‌های هوشمند و مدل‌های کاری تازه را در چارچوب الزامات محیط‌زیستی و پایداری به‌کار بگیرد.

چنین نیرویی را می‌توان با ارتقای مهارت و بازآموزی کارکنان موجود و از طریق دوره‌های آموزشی سنجیده و باکیفیت پرورش داد. شرط اصلی طراحی آموزش اثربخش، شناخت فاصله میان توانایی‌های فعلی کارکنان و انتظارات صنعت است؛ فاصله‌ای که تنها با تعریف روشن مهارت‌های موردنیاز امروز و آینده شناسایی می‌شود. پژوهش حاضر در پاسخ به همین مسئله انجام شده است.

در این فصل، پس از بررسی نیازهای مهارتی کنونی و مسیر احتمالی تحول شایستگی‌ها در صنعت فولاد، پایگاه داده‌ای ساختاریافته و خودکار برای مشاغل و مهارت‌های این صنعت ایجاد شد. نویسندگان این پایگاه را ابزاری مهم برای هدایت برنامه‌های توسعه مهارت در جریان دیجیتالی‌شدن می‌دانند. نتایج پژوهش و کارایی این سامانه در پیاده‌سازی شایستگی‌ها نیز توسط شرکت Sidenor Aceros Especiales SLU اعتبارسنجی و در عمل به کار گرفته شده است.

از دید نویسندگان، این کار می‌تواند فراتر از کارخانه‌ها، راهنمای مراکز آموزش، دانشگاه‌ها و سیاست‌گذاران باشد تا دوره‌هایی طراحی کنند که شکاف میان مهارت کارکنان و الزامات واقعی مشاغل را کاهش دهد. آن‌ها پیش‌بینی می‌کنند صنعت فولاد، با هدایت پروژه ESSA، بیش‌ازپیش به چارچوب‌های اختصاصی برای پیاده‌سازی مهارت‌های تازه نیاز پیدا کند؛ در این مسیر، پایگاه داده و روش ارائه‌شده می‌تواند نقش یک نقشه راه را ایفا کند.

منابع و مآخذ

1. Agrawal M, Dutta S, Kelly R, Millán I (2021) COVID-19: an inflection point for industry 4.0. In: Our insights. McKinsey & Company. Available via McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/covid-19-an-inflection-point-for-industry-40. Accessed on 10 October 2022
2. Akyazi T, del Val P, Goti A, Oyarbide A et al (2022) Identifying future skill requirements of the job profiles for a sustainable European manufacturing industry 4.0. Recycling 7(3):32
3. Akyazi T, Oyarbide-Zubillaga A, Goti A, Gaviria J, Bayon F et al (2020a) Roadmap

for the future professional skills for the oil and gas industry facing industrial revolution 4.0. Hydrocarb. Process. November

4. Akyazi T, Goti A, Oyarbide A, Alberdi E, Bayon, F et al (2020b) A guide for the food industry to meet the future skills requirements emerging with industry 4.0. Foods 9(4):492

5. Akyazi T, Alvarez I, Alberdi E, Oyarbide-Zubillaga A, Goti A, Bayon F et al (2020c) Skills needs of the civil engineering sector in the European Union Countries: current situation and future trends. Appl Sci 10(2):7226

6. Akyazi T, Goti A, Oyarbide-Zubillaga A, Alberdi E, Carballedo R, Ibeas R, Garcia-Bringas P et al (2020d) Skills requirements for the European machine tool sector emerging from its digitalization. Metals 10(12):1665

7. APPRENTICESHIPQ Mainstreaming Procedures for Quality Apprenticeships in Educational Organisations and Enterprises Program (2018–2020) The European Commission's ERASMUS+ programme. Project Reference Number: 2017-1-DE02-KA202-004164. https://apprenticeshipq.eu/. Accessed 25 November 2021

8. Arcelay I, Goti A, Oyarbide-Zubillaga A, Akyazi T, Alberdi E, Garcia-Bringas P et al (2021) Definition of the future skills needs of job profiles in the renewable energy sector. Energies 14(9):2609

9. Bokrantz J, Skoogh A, Berlin C, Stahre J et al (2017) Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030. Int J Prod Econ 191:54–169

10. Branca T, Fornai B, Colla V, Murri M, Streppa E, Schröder A et al (2020) The challenge of digitalization in the steel sector. Metals 10(2):288

11. CEPIS Council of European Professional Informatics Societies (2020). https://cepis.org/. Accessed on 10 November 2021

12. CEN European Committee for Standardization (2022). https://www.cencenelec.eu/. Accessed 10 November 2021

13. CEN and European e-Competence Framework (2019) European ICT Professional Role Profiles Version 2. In: CEN ICT Skills Workshop Agreement (CWA). CEN and

European e-Competence Framework. Available via CEN and European e-Competence Framework. https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2019/10/EUROPEAN-ICT-PROF_ROLE-PROFILES-VERSION-2_PART-3_METHODOLOGY.pdf. Accessed on 10 December 2021

14. Colla V, Matino R, Schröder AJ, Schivalocchi M, Romaniello L et al (2021) Human-centered robotic development in the steel shop: improving health, safety and digital skills at the workplace. Metals 11(4):647

15. Deming DJ (2015) The growing importance of social skills in the labor market. In: Working Papers. National Bureau of Economic Research—NBER. Available via National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/papers/w21473. Accessed on 10 December 2022

16. Ellingrud K, Gupta R, Salguero J (2020) Building the vital skills for the future of work in operations. In: Our Insight. McKinsey Global Institute. Available via McKinsey Global Institute. Accessed on 15 September 2021

17. ESCO—European Commission ESCO European Skills/Competences Qualifications and Occupations (2022). https://esco.ec.europa.eu/en/. Accessed 30 November 2022

18. ESSA Blueprint “New Skills Agenda Steel”: Industry driven sustainable European Steel Skills Agenda and Strategy (2019–2021) The European Commission’s ERASMUS+ programme. Project Reference Number: 600886-EPP-1-2018-1-DE-EPPKA2-SSA-B. https://www.estep.eu/essa. Accessed 15 November 2021

19. European Centre for the Development of Vocational Training CEDEFOP (2009) Terminology of European education and training policy. In: Publication and Reports. Available via CEDEFOP. https://www.cedefop.europa.eu/node/11256. Accessed 15 November 2021

20. European Commission Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (2019) Blueprint for sectoral cooperation on skills: towards an EU strategy

addressing the skills needs of the steel sector. In: European vision on steel-related skills of today and tomorrow. Available via Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2826/458269. Accessed on 22 November 2022

.21 Fragassa C, Babic M, Bergmann CP, Minak G et al (2019) Predicting the tensile behaviour of cast alloys by a pattern recognition analysis on experimental data. Metals 9(5):557

.22 Gajdzik B, Grabowska S, Saniuk S, Wieczorek T et al (2020) Sustainable development and industry 4.0: a bibliometric analysis identifying key scientific problems of the sustainable industry 4.0. Energies 13:4254

.23 Gajdzik B, Wolniak R (2021) Digitalisation and innovation in the steel industry in Poland—selected tools of ICT in an analysis of statistical data and a case study. Energies 14(11):3034

.24 German National Academy of Science and Engineering—ACATECH (2016) Skills for industrie 4.0: training requirements and solutions. In: Acatech position paper, Executive Summary and Recommendation. ACATECH. Available via ACATECH. https://www.acatech.de/publikation/kompetenzen-fuer-industrie-4-0-qualifizierungsbedarfe-und-loesungsansaetze. Accessed on 27 November 2021

.25 Hanoglu U, Šarler B (2019) Hot rolling simulation system for steel based on advanced meshless solution. Metals 9(7):788

.26 Insight- Fostering Industrial Symbiosis through the development of a novel and innovative training approach (2020) Industrial Symbiosis Facilitator Key study based on current knowledge, skills and qualifications regarding IS. Available via Erasmus+ Programme. https://www.insight-erasmus.eu/library/reports/. Accessed 15 November 2022

.27 Jagannathan S, Ra S, Maclean R et al (2019) Dominant recent trends impacting on jobs and labor markets—an overview. Int J Train Res 17(1):325–329

.28 Madl I (2021) Employment impact of digitalisation. In: The digital age: Automation,

digitisation and platforms. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, EUROFOUND. Available via EUROFOUND. https://www.eurofound.europa.eu/data/digitalisation/research-digests/employment-impact-of-digitalisation. Accessed on 14 November 2022

29. METALS Machine Tool Alliance for Skills (2016–2019) The European Commission's ERASMUS+ programme. Project Reference Number: 562464-EPP-1-2015-1-BE-EPPKA2-SSA. http://www.metalsalliance.eu/. Accessed 30 November 2021

30. Naselli J (2020) The role of industrial digitalisation in post-Covid-19 manufacturing recovery, diversification and resilience. In: Cambridge Industrial Innovation Policy. University of Cambridge. Available via University of Cambridge. https://www.ciip.group.cam.ac.uk/reports-and-articles/role-industrial-digitalisation-post-covid-19-manuf/. Accessed on 15 November 20

31. Neef C, Hirzel S, Arens M (2018) Industry 4.0 in the European Iron and Steel Industry: Towards an Overview of Implementations and Perspectives. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI. Available via Fraunhofer ISI. https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2018/Industry-4-0-Implementation-and-Perspectives_Steel-Industry_Working%20document.pdf. Accessed on 20 November 2022

32. Romero D, Bernus P, Noran O, Stahre J, Berglund ÅF (2016) The operator 4.0: human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems. In: Rannenberg K (ed) IFIP advances in information and communication technology, vol 488. Springer, New York, NY, USA, pp 677–686

33. Schlegel P, Briele, K, Schmitt RH (2018) Autonomous data-driven quality control in self-learning production systems. In: Proceedings of the 8th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP), Aachen, Germany, 19–20 November 2018

34. SMeART Making Europe's SMEs smart, Knowledge alliance for upskilling europe's SMEs to meet the challenges of smart engineering (2018–2020) The European

Commission’s ERASMUS+ programme. Project reference number: 575932-EPP-2016-DE-EPPKA2-KA. http://www.smeart.eu/en/about/. Accessed 10 November 2021

35. Spire-SAIS Skills Alliance for Industrial Symbiosis—A Cross-sectoral Blueprint for a Sustainable Process Industry SPIRE (2020–2024) The European Commission’s ERASMUS+ programme. Project Reference number: 612429-EPP-1-2019-1-DE-EPPKA2-SSA-B Available online: https://www.spire2050.eu/sais. Accessed 25 November 2021

36. Ten REA, St S (2015) Digitaliseringens Betydelse för Industrins Förnyelse. En Rapport fr´ ln Teknikföretagen. Available via YUMPU. https://www.yumpu.com/en/document/read/54879334/digitaliseringens-betydelse-for-industrins-fornyelse. Accessed 15 November 2021

37. The Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD (2014) Greener Skills and Jobs. In: OECD Green Growth Studies Greener Skills and Jobs. Available via OECD and CEDEFOP. https://www.oecd.org/greengrowth/greener-skills-and-jobs-9789264208704-en.htm. Accessed 10 November 2021

38. Tihinen M, Kääriäinen J, Teppola S, Parviainen P et al (2017) Tackling the digitization challenge: how to benefit from digitization in practice. Int J Inf Syst Proj Manag 5:63–77

39. Wang J, Ma Y, Zhang L, Gao RX, Wu D et al (2018) Deep learning for smart manufacturing: methods and applications. J Manuf Syst 48:144–156

درباره نویسندگان

توغچه آکیازی (Tugce Akyazi): در رشته مهندسی متالورژی و مواد از دانشگاه فنی استانبول فارغ‌التحصیل شد. سپس با دریافت دو مدرک کارشناسی ارشد در مهندسی و علم مواد از دانشگاه پلی‌تکنیک میلان و دانشگاه فنی استانبول، با رتبه ممتاز تحصیلات خود را ادامه داد. پس از تجربه فعالیت در چند شرکت صنعتی، به‌عنوان

پژوهشگر در آزمایشگاه ابزارهای کوانتومی و نانوفوتونیک دانشگاه فنی خاورمیانه (METU) در آنکارا مشغول شد. سپس هم‌زمان با پژوهش در حوزه میکروفناوری در CIC MicroGUNE، تحصیل دکتری خود را در دانشگاه ناوارا در اسپانیا آغاز کرد. او بعدتر به دانشگاه باسک (EHU/UPV) پیوست و مدتی نیز به‌عنوان پژوهشگر مهمان در دانشگاه فلوریدای مرکزی (UCF) در آمریکا فعالیت کرد. در سال ۲۰۱۸ از رساله دکتری خود در سن‌سباستین دفاع کرد. طبق معرفی نویسندگان در فصل اصلی، از سال ۲۰۱۹ پژوهشگر وابسته دانشگاه دئوستو در بیلبائو و از سال ۲۰۲۳ در دانشگاه کاردیف در ولز بوده و در حوزه مدیریت صنعتی و توسعه مهارت‌ها و نیروی انسانی پژوهش می‌کند.

آیتور گوتی (Aitor Goti): دانشیار دانشگاه دئوستو است. پیش از آن، از جمله مدیر کرسی صنعت دیجیتال دئوستو، معاون عملیات یک شرکت صنعتی چندملیتی پذیرفته‌شده در بازار سرمایه اسپانیا و مسئول یکی از خطوط پژوهشی دانشگاه موندراگون بوده است. او بیش از ۱۰۰ مقاله منتشر کرده که بیش از ۴۰ عنوان از آن‌ها در نشریات دارای نمایه Journal Citation Reports یا Scimago Journal Rank بوده‌اند. فعالیت‌های او همچنین به حدود ۴۰ پروژه انتقال دانش با تأمین مالی شرکت‌ها انجامیده که زمینه آموزش یا جذب ۵۰ نیروی کارآموز یا استخدام‌شده را فراهم کرده‌اند.

فلیکس بایون (Félix Báyon): دارای حدود ۳۰ سال سابقه فنی در صنایع فولاد، آلومینیوم و آهنگری گرم است. تجربه او شامل اجرای طرح‌های تحقیق‌وتوسعه و هماهنگی گروه‌های پژوهشی، مدیریت تجاری قطعات فولادی و آلومینیومی و آهنگری‌شده برای صنعت خودرو، برنامه‌ریزی راهبردی و نوآوری در محصول و فرایند می‌شود. او دارای مدرک دکتری مهندسی است.

حقوق نشر و اطلاعات ترجمه

© نویسندگان، ۲۰۲۴. این فصل تحت مجوز بین‌المللی **Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0)** منتشر شده است. استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و بازنشر با ذکر نام نویسندگان و منبع، درج پیوند مجوز و مشخص‌کردن تغییرات مجاز است. مطابق یادداشت حقوق نشر ناشر، تصاویر یا آثار اشخاص ثالث در صورتی مشمول این مجوز هستند که در توضیح اعتبار آن‌ها استثنایی ذکر نشده باشد؛ در غیر این صورت، دریافت مجوز از صاحب حق ضروری است.

تغییر انجام‌شده: ترجمه متن فصل و جدول‌های آن از انگلیسی به فارسی، تنظیم راست‌به‌چپ و بازآرایی برای انتشار در وب‌سایت شبکه خبرگان صنعت فولاد. این ترجمه جایگزین نسخه معتبر انگلیسی در ارجاعات علمی نیست.

نسخه اصلی: 10.1007/978-3-031-35479-3_12 :DOI — Springer — **مجوز:** CC BY 4.0.

نسخه آنلاین مقاله: https://landing.steelexperts.ir/2026/10/27/sx-r016-industry-4-0-steel-workforce-skills/

SteelExperts.ir