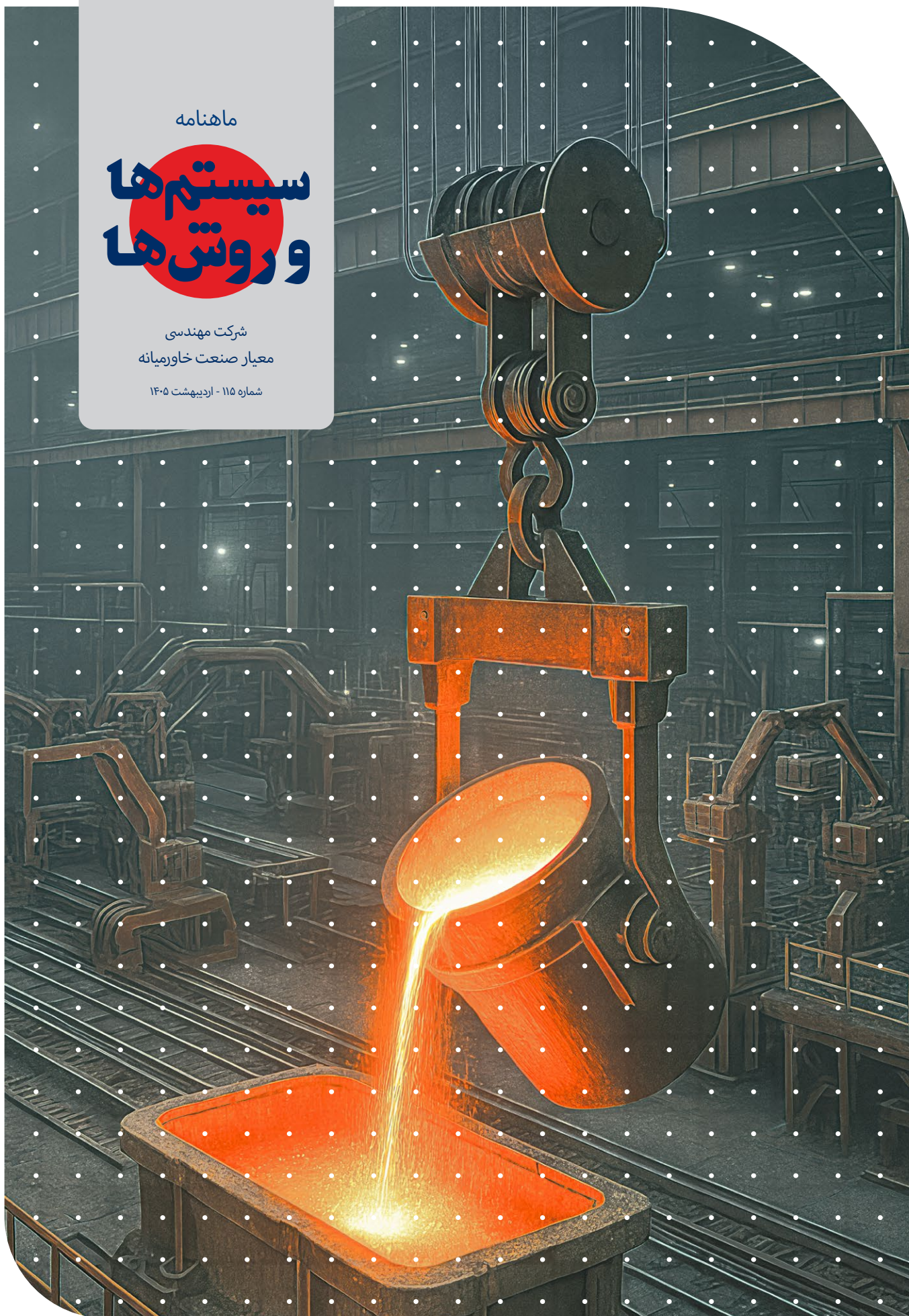


ماهنامه

سیستم‌ها وروش‌ها

شرکت مهندسی
معیار صنعت خاورمیانه

شماره ۱۱۵ - اردیبهشت ۱۴۰۵





ماهنامه

سیستم‌ها و روتی‌ها

شرکت مهندسی
معیار صنعت خاورمیانه

شماره ۱۱۵ - اردیبهشت ۱۴۰۵
تهیه شده در بخش توسعه مدیریت و فناوری اطلاعات

فهرست

- | | |
|----|---|
| ۴ | تاب‌آوری از درون؛ تجلی سرمایه انسانی در پیشروی پایدار میدکو |
| ۶ | ارزیابی عوامل مؤثر بر بهره‌وری در صنایع فولادسازی |
| ۱۶ | عارضه‌یابی خشک‌کن دوار کنسانتره آهن در مقیاس صنعتی در یک مجتمع گندله‌سازی به کمک بررسی شرایط عملیاتی و موازنه جرم و انرژی |
| ۳۰ | نگاهی اجمالی به مراحل پیاده‌سازی مهندسی یکپارچه در ممسکو |
| ۴۰ | پروژه‌ها؛ چشمه‌های جوشان دانش |
| ۴۴ | اخبار اردیبهشت ماه سیستم‌ها و روش‌ها در میدکو |



فریلنسری میدکو پلتفرمی برای همکاری پروژه‌ای
افزایش مهارت و تجربه

← چرا در پلتفرم فریلنسری میدکو ثبت نام کنم؟

کسب تجربه عملی

رشد حرفه‌ای

درآمد مکمل

ارتباط با مدیران پروژه

دیده‌شدن استعدادها



www.midlancer.ir

حوزه‌های خدمات ممسکو

معادن و
صنایع معدنی



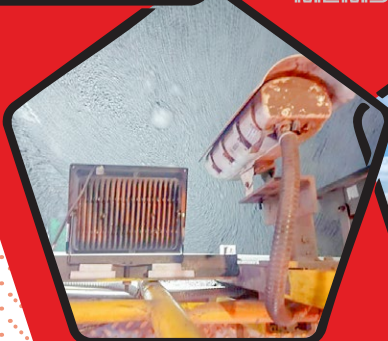
زیرساخت
و انرژی



صنایع فلزی
(آهنی و غیرآهنی)



پژوهش
و بهینه‌سازی



ساختمانی



تاب‌آوری از درون؛ تجلی سرمایه‌انسانی در پیشروی پایدار میدکو

نگارنده:

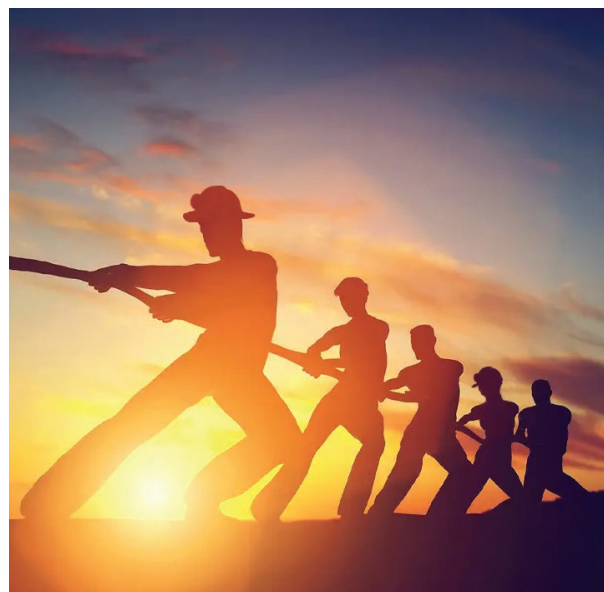
سحر جعفری

رئیس سرمایه‌انسانی

در شرایطی که بحران‌های اقتصادی، صنعتی و ژئوپلیتیکی به بخشی از واقعیت مستمر محیط کسب‌وکار تبدیل شده‌اند، سازمان‌ها بیش از هر زمان دیگری به منابع درونی خود تکیه می‌کنند. در این میان، سرمایه‌انسانی مهم‌ترین پشتوانه‌ای است که می‌تواند میدکو را در حفظ پایداری، تداوم عملکرد و عبور اثربخش از بحران‌ها یاری دهد.

آنچه در دوره‌های بی‌ثباتی، توان واقعی سازمان‌ها را آشکار می‌سازد، کیفیت سرمایه‌انسانی و نحوه مدیریت آن است. تجربه سازمان‌های پیشرو نشان می‌دهد که در شرایط بحران، این نیروی انسانی متخصص، متعهد و توانمند است که می‌تواند پیشران اصلی حفظ بهره‌وری، ارتقای انعطاف‌پذیری سازمانی و تضمین تداوم عملکرد باشد. از این منظر، سرمایه‌انسانی در میدکو نه یک حوزه پشتیبان، بلکه یک دارایی راهبردی و یکی از ارکان اصلی تاب‌آوری سازمانی به‌شمار می‌آید.

بحران‌ها پیش از اثرگذاری بر شاخص‌های مالی، ذهن و انگیزش نیروی انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و در صورت بی‌توجهی می‌توانند انسجام سازمان را تضعیف کنند؛ از این رو مدیریت سرمایه‌انسانی در این شرایط باید فعال و آینده‌نگر باشد. توانمندسازی و آموزش مستمر کارکنان، حفظ انگیزش از طریق قدردانی، عدالت و فرصت رشد و مشارکت دادن نیروی انسانی در تصمیم‌سازی، از عوامل کلیدی حفظ عملکرد و تاب‌آوری سازمان هستند. در عین حال، بحران‌ها می‌توانند فرصتی برای تقویت توان داخلی، بومی‌سازی و ارتقای بهره‌وری باشند.



در این چارچوب، **توانمندسازی مستمر نیروی انسانی** یک ضرورت انکارناپذیر است. شرایط متغیر، همواره با تغییر در فرایندها، روش‌های اجرا، فناوری‌ها و اولویت‌های عملیاتی همراه است. سازمانی که از پیش برای توسعه دانش و مهارت کارکنان خود سرمایه‌گذاری کرده باشد، در برابر تغییرات، چابک‌تر و آماده‌تر عمل می‌کند. آموزش و یادگیری مستمر، در چنین نگاهی، نه یک برنامه جانبی، بلکه بخشی از زیرساخت تاب‌آوری سازمان است.

در کنار آن، **حفظ انگیزش و تقویت امنیت شغلی و روانی کارکنان** نقشی تعیین‌کننده در پایداری عملکرد دارد. در فضای بی‌ثبات، نگرانی نسبت به آینده شغلی و معیشتی می‌تواند تمرکز و اثربخشی نیروی انسانی را کاهش دهد. هر اندازه سازمان بتواند با رویکردی مسئولانه، اعتماد، آرامش و احساس ارزشمندی را در میان کارکنان تقویت کند، همراهی و تعهد بیشتری در سطوح مختلف شکل خواهد گرفت. این انگیزش، تنها از مسیر جبران خدمات مالی حاصل نمی‌شود، بلکه نیازمند عدالت، قدردانی، فرصت رشد و مشارکت مؤثر در امور سازمان است.

شفافیت در ارتباطات سازمانی نیز در این میان اهمیت ویژه‌ای دارد. در دوره‌های بحران، سکوت، ابهام و اطلاع‌رسانی ناقص می‌تواند بیش از خود بحران، به تضعیف اعتماد منجر شود. اطلاع‌رسانی به‌موقع، صادقانه و مسئولانه، ضمن کاهش نگرانی‌ها، به حفظ انسجام و تقویت سرمایه اجتماعی درون سازمان کمک می‌کند.

از سوی دیگر، **مشارکت دادن کارکنان در تصمیم‌سازی و حل مسائل** باید بیش از گذشته مورد توجه قرار گیرد. بخش مهمی از راه‌حل‌های مؤثر و واقع‌بینانه، در تجربه عملیاتی و دانش میدانی کارکنان نهفته است. استفاده از این ظرفیت، هم کیفیت تصمیم‌ها را ارتقا می‌دهد و هم حس مسئولیت‌پذیری و تعلق سازمانی را تقویت می‌کند.

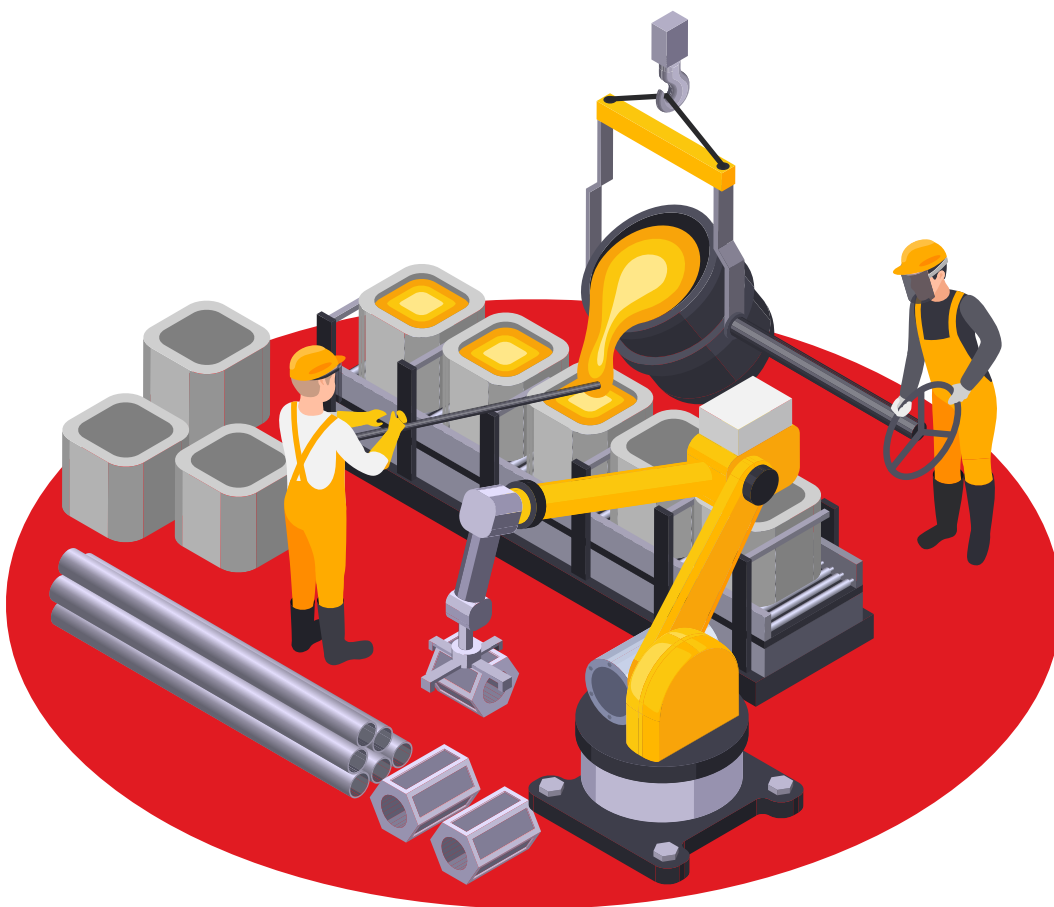
در دوره‌هایی که دسترسی به منابع، فناوری‌ها و خدمات خارجی با اختلال یا محدودیت مواجه می‌شود، سازمان‌هایی موفق‌تر خواهند بود که از درون، ظرفیت

حل مسئله و خلق ارزش را تقویت کرده باشند. از این منظر، سرمایه انسانی صرفاً عامل اجرای برنامه‌ها نیست، بلکه بستر اصلی نوآوری، بهبود، انطباق‌پذیری و خلق راه‌حل در شرایط پیچیده است. هر اندازه سازمان بتواند این ظرفیت را بهتر شناسایی، حفظ و هدایت کند، توان بیشتری برای عبور از بحران و حتی تبدیل تهدیدها به فرصت خواهد داشت.

در این میان، شرکت دانش‌بنیان و مهندسی معیار صنعت خاورمیانه به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های تخصصی میدکو، می‌تواند نقشی فراتر از یک بازوی فنی و اجرایی ایفا کند. این شرکت با اتکا به توان مهندسی، تجربه تخصصی و ظرفیت‌های اجرایی خود، از قابلیت آن برخوردار است که در مسیر بومی‌سازی دانش، بهبود فرایندها، ارتقای بهره‌وری و کاهش وابستگی به منابع و خدمات بیرونی، سهمی مؤثر داشته باشد. اهمیت این نقش در شرایط بحران دوچندان می‌شود؛ زیرا در چنین دوره‌هایی، دسترسی به تجهیزات، فناوری، خدمات فنی و پشتیبانی‌های خارجی ممکن است با محدودیت‌های جدی مواجه شود. در این وضعیت، برخورداری از یک مجموعه مهندسی توانمند در درون هلدینگ، یک مزیت راهبردی محسوب می‌شود که می‌تواند در تداوم عملیات، حل مسائل فنی و پشتیبانی از پروژه‌ها نقش آفرینی کند.

علاوه بر این، معیار صنعت خاورمیانه می‌تواند از طریق انتقال تجربه، آموزش‌های تخصصی، توسعه مهارت‌های حرفه‌ای و مشارکت در حل مسائل واقعی عملیاتی، در تقویت سرمایه انسانی هلدینگ نیز نقش ایفا کند. از این منظر، معیار صنعت خاورمیانه تنها یک بازوی فنی نیست، بلکه می‌تواند به‌عنوان یکی از پیشران‌های تاب‌آوری، نوآوری و پایداری سازمانی در میدکو ایفای نقش کند.

در نهایت، مسیر عبور میدکو از شرایط پیچیده امروز بیش از هر چیز بر اتکای هوشمندانه به سرمایه انسانی استوار است؛ سرمایه‌ای که با دانش، تجربه و تعهد خود می‌تواند پایداری و آینده سازمان را تضمین کند.



ارزیابی عوامل مؤثر بر بهره‌وری در صنایع فولادسازی

چکیده بهره‌وری پایین چالشی مداوم در صنایع گوناگون است که نیازمند تلاش‌های مستمر برای شناسایی و رفع علل ریشه‌ای آن می‌باشد. عواملی نظیر شرایط محیط کار و شیوه‌های مدیریتی از اهمیت بالایی برخوردارند. این مطالعه بر صنعت حیاتی فولاد تمرکز دارد که نقش زیربنایی در توسعه اقتصادی هر کشور توسعه یافته ایفا می‌کند و محرکی برای بسیاری از کسب‌وکارهای وابسته به‌شمار می‌رود. هدف اصلی این تحقیق، بررسی عمیق عواملی است که بر بهره‌وری در صنعت فولاد تأثیر می‌گذارند. این پژوهش در پی شناسایی جامع این عوامل، ارزیابی میزان اهمیت نسبی آن‌ها، و تحلیل تأثیراتشان با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری می‌باشد، تا بینش‌هایی برای بهبود بهره‌وری و افزایش کارایی کلی سیستم تولید فولاد ارائه دهد. بر اساس نتایج تحقیق، مدیریت آینده‌نگر (با وزن ۲۴.۲۸٪)، سیاست‌ها و مقررات دولتی (۱۶.۷۵٪)، و ثبات مالی (۱۲.۶۰٪) از عوامل مهم در بهبود بهره‌وری در صنایع فولادسازی هستند.

تهیه‌کننده

محمد رادپور

مسئول گروه فرآیند

واژگان کلیدی:

صنعت تولید، تولید فولاد،

ارتقای بهره‌وری، عوامل مؤثر بر

بهره‌وری، روش AHP

۱. مقدمه

صنعت فولاد یکی از ارکان اصلی تولید جهانی است که نقشی حیاتی در ساخت سازه‌ها، لوازم الکتریکی، خودروها و ماشین‌آلات ایفا می‌کند. با این حال، فرایند تولید آن با مصرف بالای انرژی و تأثیرات زیست‌محیطی چشم‌گیر همراه است. تولید فولاد عمدتاً از دو روش استفاده می‌کند: کوره بلند و کوره قوس الکتریکی. روش اول که بیش از ۷۰٪ از تولید فولاد را شامل می‌شود، بر بازیافت سنگ آهن، زغال سنگ و فولاد متکی است. در مقابل، کوره قوس الکتریکی عمدتاً از فولاد بازیافتی و برق استفاده می‌کند. این فرایند با پر کردن کوره از قراضه فولاد، تولید حرارت از طریق الکترودها، و رسیدن به دمای ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد برای ذوب قراضه انجام می‌شود. برای دستیابی به خواص مطلوب فلز، فروآلیاژها اضافه شده و اکسیژن تزریق می‌شود تا فلز تصفیه گردد.

رشد صنعت فولاد چین که از جایگاه پنجم در سال ۱۹۸۰ به بزرگ‌ترین تولیدکننده در سال ۱۹۹۶ رسید، نگرانی‌های زیست‌محیطی را برانگیخته است. این نگرانی‌ها شامل اثرات منفی بر مناطق معدن‌کاری زغال سنگ، مصرف بالای آب، و انتشار قابل توجه گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. برای مقابله با این چالش‌ها، اتخاذ اصول اقتصاد چرخشی از جمله بازیافت موادی مانند روی و سرباره، می‌تواند در

صرفه‌جویی انرژی در تولید فولاد مؤثر باشد.

در مسیر دستیابی به سودآوری و بهره‌وری عملیاتی، بهره‌وری یک هدف اساسی برای سازمان‌ها به‌شمار می‌رود. در صنایع تولیدی، عوامل مختلفی می‌توانند به شدت بر نتایج بهره‌وری تأثیر بگذارند. محیط کاری مطلوب، نقش محوری در افزایش رضایت کارکنان و کاهش خطاها دارد. جنبه‌های محیطی مانند دما و نورپردازی نیز تأثیر زیادی دارند؛ شرایط نامناسب می‌تواند تمرکز و عملکرد شغلی را کاهش دهد. ایستگاه‌های کاری منظم به کاهش استرس و افزایش تمرکز کارکنان کمک می‌کند. به همین میزان، فراهم آوردن ابزارهای مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است، چراکه کارکنان را قادر می‌سازد کارآمد و مؤثر عمل کنند.

آموزش جامع کارکنان نیز نقش حیاتی در ارتقای مهارت‌ها و توانمندی‌های آنان دارد که در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری می‌شود. مدیریت مالی مؤثر، به‌ویژه کنترل مناسب سرمایه ثابت و سرمایه در گردش، برای صنایع تولیدی ضروری است تا بازده سرمایه‌گذاری را به حداکثر برسانند. علاوه‌براین، تکمیل به‌موقع وظایف، اهمیت حیاتی برای پاسخگویی به تقاضای مشتری و در نتیجه افزایش بهره‌وری از طریق تحقق بیشتر سفارش‌ها دارد.



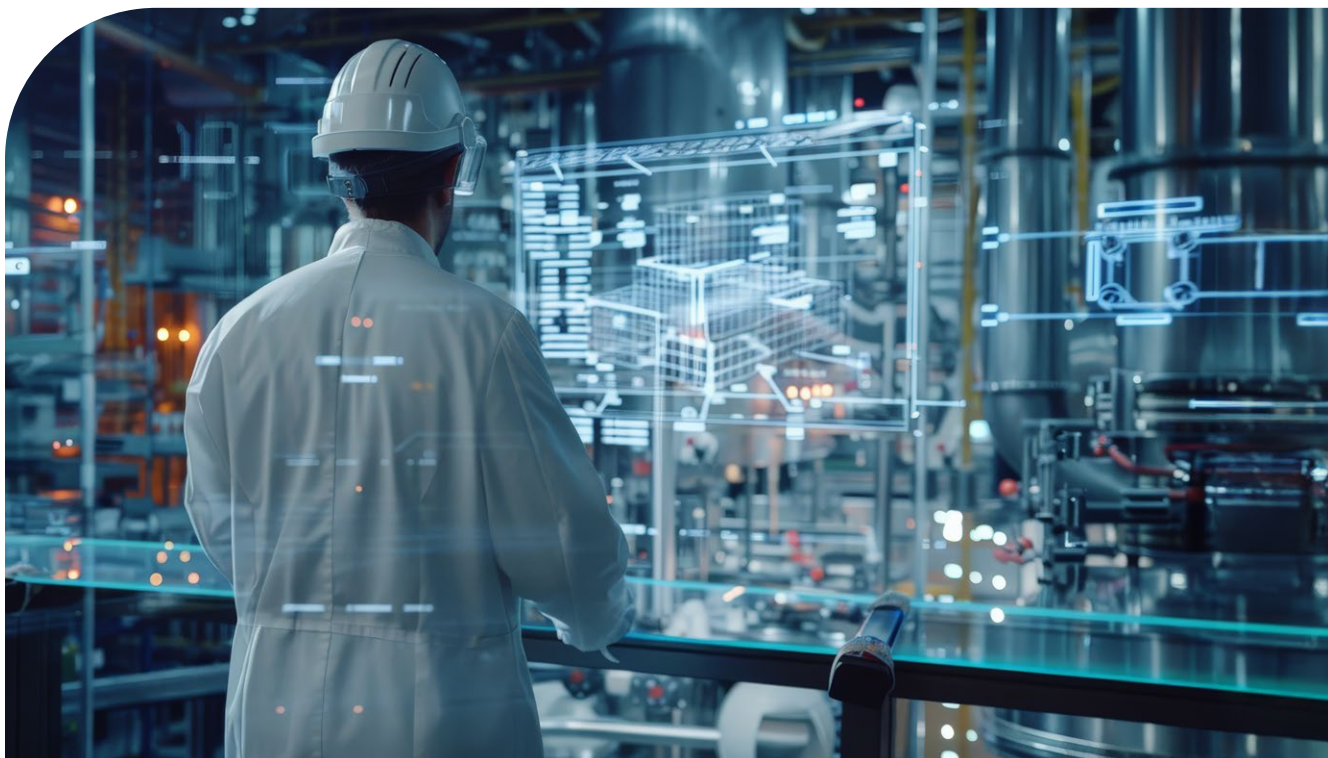
۲. پیشینه پژوهش

۱-۲. پیشینه پژوهش مربوط به بهبود بهره‌وری

کومار و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی ظرفیت نگهداری و تعمیرات فراگیر (TPM) برای ارتقای عملکرد کلی تجهیزات و کاهش خرابی‌های ماشین‌آلات در بخش فولاد پرداختند. آن‌ها با مطالعه خرابی ماشین‌ها به صورت موردی، سه دستگاه با بالاترین نرخ خرابی را شناسایی کردند؛ دستگاه انباشته‌کننده، تخت خنک‌کننده و اړه سرد شماره ۲. بر این اساس، برای دستیابی به اهداف TPM، اجرای اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه (CAPA) به‌ویژه برای این دستگاه‌ها ضروری است.

در مطالعه‌ای از محمودزاده و عبری (۲۰۱۵)، تأثیر فناوری اطلاعات (IT) بر بهره‌وری و کارایی صنایع

تلاش برای افزایش بهره‌وری، هدفی فراگیر در حوزه‌های گوناگون سازمانی است که محصولات و خدمات متنوعی را ارائه می‌دهند. این پیشینه شامل مجموعه‌ای از پژوهش‌ها از کشورهای مختلف و صنایع گوناگون است که هرکدام از ابزارها و روش‌شناسی‌های خاص خود برای ارزیابی، سنجش و ارتقای بهره‌وری استفاده کرده‌اند. در میان این بخش‌ها، صنعت فولاد به‌عنوان یک بخش کلیدی ظاهر می‌شود که تولید کالاهای مهمی مانند ساختمان‌ها، وسایل الکتریکی، خودروها و ماشین‌آلات را پشتیبانی می‌کند. افزون بر این، این صنعت زیربنای زیرساخت‌های حیاتی مانند پل‌ها، آسمان‌خراش‌ها، خطوط راه‌آهن و سایر تجهیزات ضروری است.



تولیدی ایران ارزیابی شد. این محققان با استفاده از داده‌های ۲۳ صنعت مختلف ایرانی و دو روش اصلی (تحلیل پوششی داده‌ها - DEA و تحلیل داده‌های تابلویی) دریافتند که در حالی که سرمایه فیزیکی اثر منفی داشت، سرمایه فناوری اطلاعات تأثیری مثبت و معنادار بر بهره‌وری داشت.

دوریدف و همکاران (۲۰۱۴) تعداد ۲۷ عامل مؤثر بر بهره‌وری و کیفیت خدمات ادراک شده را شناسایی کرده و آن‌ها را در پنج خوشه دسته‌بندی کردند. نتایج تحلیل آماری نشان داد که خوشه‌های نیروی کار و مدیریت کار، تأثیر بیشتری نسبت به خوشه‌های مدیریت مالی و لجستیک دارند. آن‌ها همچنین پیشنهادهایی برای بهبود عوامل کلیدی مؤثر در بهره‌وری و کیفیت خدمات در بخش بهسازی منازل در ترکیه ارائه کردند.

کازاز و همکاران (۲۰۱۶) تعداد ۳۷ عامل را شناسایی کرده و آن‌ها را به چهار گروه سازمانی، اقتصادی، فیزیکی و اجتماعی-روانی تقسیم کردند. داده‌ها از ۱۲۶ کارگر ماهر در چهار پروژه ساختمانی مختلف گردآوری شد و تحلیل‌ها با استفاده از تکنیک شاخص اهمیت نسبی (RII) انجام گرفت. نتایج نشان داد که گروه عوامل سازمانی دارای بالاترین میانگین وزنی و کمترین انحراف معیار است.

سوکیمان و همکاران (۲۰۱۱) ۱۱۳ عامل را از مطالعات پیشین استخراج و آن‌ها را در چهار گروه نظارتی، مصالح، برنامه اجرایی و طراحی دسته‌بندی کردند. هدف اصلی این پژوهش، به‌روزرسانی اطلاعات در مورد عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد پروژه در رابطه با زمان اتمام آن و ایجاد رابطه بین این عوامل برای ارتقای بهره‌وری نیروی کار در صنعت ساخت‌وساز اندونزی بود.

لیو و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر کیفیت محیط داخلی (IEQ) را بر بهره‌وری در محیط‌های کاری بررسی کردند. آن‌ها با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل

مربعات جزئی (PLS-SEM) تأثیر راحتی در محیط کاری و رفاه روانی را بر سه بعد بهره‌وری عملکرد زمینه‌ای، عملکرد وظیفه‌ای و مدیریت زمان تحلیل کردند. نتایج نشان داد که راحتی و رفاه تأثیر مستقیم معناداری بر عملکرد زمینه‌ای و تأثیر غیرمستقیم بر دو بعد دیگر دارد. نویسندگان بر اهمیت طراحی محیط‌هایی تأکید کردند که بهره‌وری را افزایش دهند.

۲-۲. پیشینه پژوهش مربوط به روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

سانکارانارایانان و همکاران (۲۰۲۱) خطراتی را بررسی کردند که ممکن است باعث بروز خطاها و حوادث در صنایع نساجی هند شوند. آن‌ها از دو روش AHP و TOPSIS برای شناسایی مهم‌ترین خطرات استفاده کردند. در نتیجه، عدم تمایل کارکنان به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شد که عملکرد صنعت را کاهش می‌دهد.

مگی و تاما (۲۰۰۱) بررسی کردند که انتخاب تأمین‌کننده سیستم ارتباطی، مسئله‌ای حیاتی برای شرکت‌های مخابراتی است و موفقیت یا شکست این خدمات مستقیماً به انتخاب تأمین‌کننده بستگی دارد. آن‌ها از روش AHP استفاده کردند و دریافتند که این روش می‌تواند زمان لازم برای انتخاب تأمین‌کننده را کاهش دهد.

۲-۳. شکاف پژوهشی

با مرور مطالعات فوق، مشخص می‌شود که اکثر تحقیقات موجود بر بهبود بهره‌وری یا روش‌های ارتقای آن در صنایع مختلفی مانند شیمیایی، فولاد، آهن و سایر صنایع تولیدی تمرکز دارند. اما تحقیقات اندکی به ارزیابی عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری پرداخته‌اند. در این پروژه، هدف ما شناسایی این عوامل در صنعت فولادسازی و ارزیابی آن‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است.

۳- شرح مسئله

نوسانات بهره‌وری، مسئله‌ای فراگیر در تمامی صنایع به شمار می‌رود که ناشی از متغیرهای گوناگون است. به‌ویژه، تأثیر دگرگون‌ساز رشد بهره‌وری در اقتصادهای پیشرفته که با رشد کند نیروی کار و ذخایر سرمایه‌ای فراوان شناخته می‌شوند، بسیار چشمگیر است؛ چرا که در چنین اقتصادهایی، رشد بهره‌وری اغلب به‌عنوان محرک اصلی افزایش تولید شناخته می‌شود. این پویایی‌های بهره‌وری ممکن است چالش‌های عمده‌ای برای صنایع و نهادهای دولتی ایجاد کنند و به همین دلیل نیازمند نظارت مستمر و مدیریت فعال هستند.

در نتیجه، ارزیابی و کنترل بهره‌وری برای محافظت از صنعت در برابر تأثیرات بیرونی مختلف اهمیت حیاتی دارد. این پژوهش در پی شناسایی و اولویت‌بندی جامع ده عامل متمایز است که بر بهره‌وری در صنعت فولاد تأثیر می‌گذارند؛ از اولویت بالا تا پایین، و همچنین ارائه شاخص‌های مرتبط با هر عامل.

هدف اصلی این مقاله شناسایی و ارزیابی جامع عواملی است که بر بهره‌وری در صنعت فولاد تأثیر می‌گذارند، با تمرکز ویژه بر کشور ایران. این مطالعه تلاش دارد با بهره‌گیری از دیدگاه‌های کارشناسان و مرور ادبیات، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به‌عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کند. بدین‌وسیله، نقش حیاتی مدیریت آینده‌نگر به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر بهره‌وری در صنعت فولاد ایران روشن می‌شود. در نهایت، این پژوهش در پی ارائه بینش‌ها و پیشنهاد‌های مفیدی است که بتوانند در بهبود بهره‌وری و کارایی این صنعت و توسعه پایدار اقتصادی کشور نقش مؤثری ایفا کنند.

عامل	شرح
فن آوری	فن آوری در هر صنعتی از طریق کاربرد دانش علمی در استفاده عملی از آن‌ها اهمیت دارد، چرا که به صنایع فولادسازی کمک می‌کند تا عملیات خود را به‌طور مؤثر بهبود دهند و در نتیجه عملکرد و بهره‌وری را افزایش دهند.
چیدمان کارخانه	چیدمان تأسیسات تولیدی باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که از فضای به‌طور مؤثر استفاده شود و حرکت غیرضروری نیروی کار، مواد و ماشین‌آلات کاهش یابد. چیدمان مؤثر باعث کاهش خطرات، حرکت‌های غیرضروری و هزینه جابه‌جایی مواد می‌شود.
تقاضای بازار	تقاضای بازار عامل مهمی است که بهره‌وری هر سازمانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ تقاضای بالا موجب می‌شود فرآیند تولید پیوسته ادامه یابد و در نتیجه بهره‌وری افزایش یابد.
نیروی انسانی و مهارت‌ها	برای افزایش بهره‌وری در هر صنعت تولیدی، داشتن تعداد کافی از نیروی کار با مهارت‌های متناسب با وظایف شغلی ضروری است.
کنترل فرایند	کنترل فرایند شامل نگهداری مؤثر، نظارت بر عملکرد در زمان واقعی به‌منظور افزایش سود و بهبود ایمنی عملیاتی است که ریسک حوادث را کاهش می‌دهد.
صرفه جویی در انرژی	صنعت فولاد مدیریت فعالی در مصرف انرژی دارد. صرفه‌جویی انرژی برای رقابت‌پذیری و کاهش آثار زیست‌محیطی نظیر انتشار گازهای گلخانه‌ای حیاتی است، بنابراین نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری دارد.
ثبات مالی	ایجاد یک سیستم مالی که در دوران خوب و بد اقتصادی عملکرد مناسبی داشته باشد، می‌تواند فروش، نتایج مالی و جریان نقدی صنعت فولاد را تحت تأثیر قرار دهد.
کیفیت مواد اولیه	کیفیت مواد خام نقش حیاتی در فرآیند تولید دارد، چرا که امکان دستکاری و شکل‌دهی آن‌ها به شکل، ابعاد، خواص و ویژگی‌های مطلوب را فراهم می‌سازد.
سیاست‌ها و مقررات دولتی	دولت با ایجاد نظام‌های بازار برای ارتقای زیرساخت‌های لازم در تولید فولاد و تثبیت سیستم نقش دارد، اما سیاست‌ها و قوانین جدید می‌توانند مستقیماً سودآوری این صنعت را تحت تأثیر قرار دهند.
آینده‌نگری مدیریتی	مدیریت باید دیدگاه بلندمدت داشته، وظایف را سازمان‌دهی کرده، اولویت‌بندی را برای تیم مشخص نماید، به‌طور مؤثر نظارت کرده، کارکنان را انگیزه ببخشد و محیط کاری مناسبی فراهم سازد تا دستیابی به اهداف و ارتقای بهره‌وری میسر شود.

۴- روش‌ها

۴-۱ کاربرد روش AHP در مطالعه موردی

روش AHP یکی از بهترین ابزارها برای به دست آوردن مناسب‌ترین و مهم‌ترین معیارهای مرتبط با یک مسئله در فرآیند تصمیم‌گیری است. در این گزارش، از تحلیل سلسله‌مراتبی برای شناسایی عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری در صنایع فولاد استفاده شده است. با توجه به اینکه صنایع فولاد منبع اصلی سایر صنایع تولیدی هستند، ضروری است که بدانیم کدام عامل بیشترین نقش را در افزایش بهره‌وری این بخش دارد.

مراحل اجرای AHP در این مطالعه به شرح زیر است:

مرحله ۱: تعریف مسئله و هدف

هدف اصلی این گزارش، شناسایی و ارزیابی عواملی است که بر بهره‌وری در صنعت فولاد تأثیر می‌گذارند.

مرحله ۲: ساختاردهی مدل سلسله‌مراتبی

هدف کلی در بالاترین سطح سلسله‌مراتب قرار دارد و ده معیار در سطح دوم جای می‌گیرند. این ساختار به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا مسئله را در قالب یک مدل سلسله‌مراتبی برای تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) تنظیم کنند.

مرحله ۳: تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی

در این مرحله، مقایسه‌های زوجی بین عوامل انجام می‌شود و ماتریسی از اهمیت نسبی معیارها تشکیل می‌گردد. با وجود ده معیار، ده ماتریس حاصل می‌شود که تعداد آن‌ها متناسب با تعداد معیارهاست. جدول ۲ این مقایسه‌های زوجی بین ده عامل را نشان می‌دهد.

مرحله ۴: محاسبه بردار ویژه (Eigenvector) و بیشینه مقدار ویژه (max)

مبنای مقیاس‌گذاری برای مقایسه زوجی با ارزیابی عوامل و نظرات تصمیم‌گیرندگان آغاز می‌شود. چون رویکرد AHP ماهیتی ذهنی دارد، وزن‌های اولویت‌بندی معیارها می‌تواند از طریق مصاحبه یا پرسش‌نامه از

روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، یکی از اجزای اصلی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)، به عنوان یک نظریه عمومی اندازه‌گیری عمل می‌کند. این روش امکان ایجاد مقیاس‌های نسبی را از طریق مقایسه‌های زوجی گسسته و پیوسته فراهم می‌سازد، خواه بر اساس اندازه‌گیری‌های واقعی باشد، خواه بر اساس مقیاس‌های ذهنی نظیر احساسات، ترجیحات یا رضایت.

این روش تطبیق‌پذیر می‌تواند مقادیری همچون قیمت، وزن، مساحت یا نظرات ذهنی را به روابط عددی قابل سنجش تبدیل کند. AHP در شکل کلی خود، یک چارچوب غیرخطی فراهم می‌آورد که امکان تفکر استنتاجی (قیاسی) و استقرایی را به طور هم‌زمان ممکن می‌سازد و اجازه می‌دهد چندین عامل وابسته با بازخورد مورد بررسی قرار گیرند.

این روش به طور گسترده در سازمان‌ها و کسب‌وکارهای مختلف پذیرفته شده و به دلیل سادگی، حتی می‌توان آن را در بسترهایی مانند اکسل نیز پیاده‌سازی کرد. در زمینه این پژوهش، از روش AHP برای بررسی روابط بین عوامل مؤثر بر بهره‌وری در صنعت فولاد استفاده شده است. این روش یک رویکرد ساختاریافته برای تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد و با ارزیابی معیارها و گزینه‌ها از طریق مقایسه‌های زوجی، به ذی‌نفعان اجازه می‌دهد تا اهمیت نسبی هر معیار را تعیین کنند.

AHP چارچوبی قدرتمند برای تحلیل تصمیم‌های پیچیده است، چرا که جنبه‌های ریاضی و روان‌شناختی را ترکیب می‌کند. در این تحقیق، پس از محاسبه میزان سازگاری وزن‌ها و تعیین قابلیت اعتماد آن‌ها، بالاترین وزن به معیاری اختصاص می‌یابد که به عنوان تأثیرگذارترین عامل بر بهره‌وری انتخاب می‌شود. در گام پایانی AHP، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با رتبه‌بندی گزینه‌ها، بهترین گزینه را انتخاب کنند.

این مقاله به دنبال آن است که عوامل مؤثر بر بهره‌وری در صنایع فولاد را کمی کند، مهم‌ترین عوامل را شناسایی نماید و پیشنهادهایی برای بهبود بهره‌وری سازمان ارائه دهد. ده عاملی که در فصل قبلی شناسایی شدند، برای تحلیل روابط میان آن‌ها در این بخش مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش شناسی به صنایع فولاد کمک می‌کند تا با تمرکز بر مؤثرترین عامل، بهره‌وری خود را افزایش دهند.

مرحله ۶: ایجاد اولویت کلی

با توجه به اینکه نسبت سازگاری در حد مجاز است، می‌توان از وزن‌های به‌دست‌آمده در مرحله ۴ برای ایجاد رتبه‌بندی نهایی استفاده کرد.

مرحله ۷: انتخاب بهترین گزینه

پس از تأیید سازگاری وزن‌های معیارها، با استفاده از این وزن‌ها مهم‌ترین عامل مؤثر شناسایی می‌شود. بر اساس جدول ۲، «مدیریت آینده‌نگر» دارای بالاترین وزن بوده و مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر بهره‌وری در صنعت فولاد در نظر گرفته شده است.

مدیران شرکت به‌دست آید. برای به‌دست آوردن ماتریس نرمال‌شده، میانگین هر سطر محاسبه شده و به‌عنوان وزن نهایی معیار در نظر گرفته می‌شود.

مرحله ۵: بررسی میزان سازگاری

پس از محاسبه وزن‌ها، هر وزن در ماتریس اصلی ضرب و مجموع سطری آن محاسبه می‌شود. سپس، نسبت بین این مقادیر و وزن‌های معیارها محاسبه می‌گردد. برای سنجش سازگاری از شاخص سازگاری (CI) و نسبت سازگاری (CR) با استفاده از شاخص تصادفی ساتی (RI) استفاده می‌شود. جدول ۴، نسبت سازگاری به‌دست‌آمده را نمایش می‌دهد. در این مطالعه، مقدار CR کمتر از ۱۰٪ بوده، بنابراین ماتریس زوجی از نظر سازگاری قابل قبول است.



جدول ۲. ماتریس مقایسه زوجی

Criteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Technology	1.000	0.500	0.250	2.000	0.333	2.000	0.500	0.333	0.500	0.200
2. Plant layout	2.000	1.000	0.333	2.000	0.500	2.000	0.333	0.333	0.333	0.250
3. Market demand	4.000	3.000	1.000	4.000	3.000	3.000	0.250	3.000	0.250	0.250
4. Manpower and skill requirement	0.500	0.500	0.250	1.000	0.500	2.000	0.333	0.500	0.333	0.333
5. Process control	3.000	2.000	0.333	2.000	1.000	3.000	0.500	0.500	0.333	0.333
6. Energy saving	0.500	0.500	0.333	0.500	0.333	1.000	0.500	0.500	0.333	0.333
7. Financial stability	2.000	3.000	4.000	3.000	2.000	2.000	1.000	3.000	0.333	0.250
8. Material quality	3.000	3.000	0.333	2.000	2.000	2.000	0.333	1.000	0.333	0.333
9. Government policies and regulations	2.000	3.000	4.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	1.000	0.333
10. Visionary management	5.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	4.000	3.000	3.000	1.000
Sum	23.000	20.500	14.833	22.500	15.667	23.000	10.750	15.167	6.750	3.617

مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی استرالیا در زمینه مهندسی صنایع و مدیریت عملیات، ملبورن، استرالیا، ۱۴ تا ۱۶ نوامبر ۲۰۲۳

جدول ۳. وزن نسبی عوامل/معیارها

Criteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Weighted Sum Value	Criteria Weights
1. Technology	0.0480	0.0269	0.0304	0.0864	0.0252	0.0753	0.0630	0.0280	0.0838	0.0486	0.5154	0.0480
2. Plant layout	0.0959	0.0537	0.0405	0.0864	0.0377	0.0753	0.0420	0.0280	0.0558	0.0607	0.5762	0.0537
3. Market demand	0.1919	0.1612	0.1215	0.1727	0.2264	0.1130	0.0315	0.2524	0.0419	0.0607	1.3732	0.1215
4. Manpower and skill requirement	0.0240	0.0269	0.0304	0.0432	0.0377	0.0753	0.0420	0.0421	0.0558	0.0809	0.4583	0.0432
5. Process control	0.1439	0.1075	0.0405	0.0864	0.0755	0.1130	0.0630	0.0421	0.0558	0.0809	0.8086	0.0755
6. Energy saving	0.0240	0.0269	0.0405	0.0216	0.0252	0.0377	0.0630	0.0421	0.0558	0.0809	0.4176	0.0377
7. Financial stability	0.0959	0.1612	0.4858	0.1295	0.1509	0.0753	0.1260	0.2524	0.0558	0.0607	1.5938	0.1260
8. Material quality	0.1439	0.1612	0.0405	0.0864	0.1509	0.0753	0.0420	0.0841	0.0558	0.0809	0.9212	0.0841
9. Government policies and regulations	0.0959	0.1612	0.4858	0.1295	0.2264	0.1130	0.3781	0.2524	0.1675	0.0809	2.0909	0.1675
10. Visionary Management	0.2399	0.2150	0.4858	0.1295	0.2264	0.1130	0.5041	0.2524	0.5026	0.2428	2.9115	0.2428

جدول ۴. نسبت سازگاری برای عوامل

$\lambda_{\max}$	11.3254503
CI	0.147272257
CR	0.098840441

۵- نتایج

نتایج به دست آمده از روش AHP نشان می دهد که پس از شناسایی و تحلیل روابط بین عوامل مؤثر بر بهره‌وری، نتایج زیر در این پژوهش حاصل شده است:

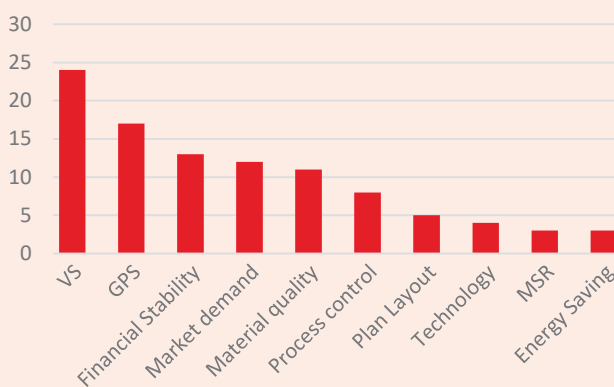
برای به دست آوردن یک ماتریس سازگار، محاسبه نسبت سازگاری انجام گرفت. مقدار به دست آمده برای نسبت سازگاری برابر با ۰.۰۹۸۸ (کمتر از ۰.۱۰) است، همان طور که در جدول ۴ نمایش داده شده است. این بدان معناست که ماتریس مقایسه‌های زوجی از سازگاری مناسبی برخوردار بوده و وزن‌های محاسبه شده قابل اعتماد هستند.

به طور خلاصه، وزن‌های به دست آمده برای هر معیار، در شناسایی مهم‌ترین عامل بهره‌وری در صنعت فولاد نقش حیاتی دارد. بر اساس نظرات کارشناسان و روش AHP، نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان می دهد که مدیریتی آینده‌نگری مدیریتی به عنوان بهترین گزینه در میان تمام عوامل شناسایی شده و نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری صنعت فولاد ایفا می کند.

از سوی دیگر، سیاست‌ها و مقررات دولتی، ثبات مالی، کیفیت مواد اولیه و تقاضای بازار، در رده‌های بعدی اهمیت قرار گرفته‌اند و وزن‌های بالایی نسبت به سایر عوامل دارند. بنابراین، صنعت فولاد باید توجه ویژه‌ای به مدیریت این عوامل برای افزایش بهره‌وری داشته باشد. در مقابل، عواملی مانند فناوری، صرفه‌جویی در انرژی، چیدمان کارخانه و کنترل فرآیند، تأثیر کمتری بر بهره‌وری در این ارزیابی داشته‌اند.

رتبه	معیار	وزن معیار	درصد اهمیت
۱	آینده‌نگری مدیریتی	۰.۲۴۲۸	۲۴.۲۸
۲	سیاست‌ها و مقررات دولتی	۰.۱۶۷۵	۱۶.۷۵
۳	ثبات مالی	۰.۱۲۶۰	۱۲.۶۰
۴	تقاضای بازار	۰.۱۲۱۵	۱۲.۱۵
۵	کیفیت مواد اولیه	۰.۰۸۴۱	۸.۴۱
۶	کنترل فرایند	۰.۰۷۵۵	۷.۵۵
۷	چیدمان کارخانه	۰.۰۵۳۷	۵.۳۷
۸	فناوری	۰.۰۴۸۰	۴.۸۰
۹	نیروی انسانی و مهارت‌ها	۰.۰۴۳۲	۴.۳۲
۱۰	صرفه‌جویی در انرژی	۰.۰۳۷۷	۳.۷۷

Criteria weights for the factors affecting productivity in steel industries



Criteria weights for the factors affecting productivity in steel industries

نمودار شکل ۱ نیز نمایش تصویری از وزن‌های معیارها ارائه شده است.

۶- نتیجه‌گیری

در نتیجه، بهره‌وری عامل بسیار مهمی است که تأثیر چشم‌گیری بر سطح زندگی دارد. انتخاب صنعت فولاد به عنوان موضوع این تحقیق، به دلیل نقش بنیادین آن در تولید بسیاری از اقلام روزمره از جمله لوازم الکترونیکی، پل‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات مختلف صورت گرفت. هدف این پروژه شناسایی و تحلیل عواملی بود که بر بهره‌وری در صنعت فولاد تأثیر می‌گذارند، که هر یک از این عوامل اهمیت قابل توجهی دارند.

برای تحقق این هدف، روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به طور انحصاری مورد استفاده قرار گرفت. از طریق این روش، مقیاس‌هایی تعیین شده و بهترین گزینه‌ها بر اساس نظرات کارشناسان شرکت‌های فولاد ایران مشخص گردید. نتایج حاکی از آن است که آینده‌نگری مدیریتی بالاترین وزن را در میان همه معیارها دارد و نشان دهنده اهمیت بالای آن در بهره‌وری است.

همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده، عواملی مانند صرفه‌جویی در انرژی، نیروی انسانی و مهارت‌ها، و فناوری، در مقایسه با سایر عوامل، تأثیر کمتری بر بهره‌وری دارند. در مقابل، مدیریت آینده‌نگر و سیاست‌ها و مقررات دولتی به عنوان مهم‌ترین عوامل شناسایی شدند.

به طور خلاصه، تحلیل ما با استفاده از روش AHP به طور پیوسته نشان می‌دهد که مدیریت آینده‌نگر محرک اصلی بهره‌وری است و پس از آن، سیاست‌ها و مقررات دولتی در اولویت قرار دارند. بنابراین، رهبران صنعت فولاد و سیاست‌گذاران باید این عوامل را در اولویت قرار دهند و آن‌ها را با برنامه‌های کنترلی و راهبردی قوی تقویت کنند تا بهره‌وری افزایش یابد.

منابع

- Chand, S., ۸ عامل مؤثر بر بهره‌وری در سازمان، منبع آنلاین، ۹ آوریل ۲۰۱۴.
- Durdyev, S. و همکاران، «بهره‌وری و کیفیت خدمات: عوامل مؤثر در صنعت خدمات»، کنفرانس WCBEM ۲۰۱۴، ۲۰۱۲.
- He, K. و همکاران، «مروری بر مصرف انرژی و ساختار تولید در صنعت فولاد چین»، مجله Metals، ۲۰۲۰.
- Kazaz, A. و همکاران، «عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار: دیدگاه کارگران ماهر»، کنفرانس ساخت و ساز خلاقانه، ۲۰۱۶.
- Liu, F. و همکاران، «تأثیر عوامل محیطی داخلی بر بهره‌وری در محیط‌های دانشگاهی»، مجله Building and Environment، ۲۰۲۳.
- Tama, V.T. و Maggie, C.Y.، «کاربرد AHP در انتخاب تأمین‌کننده سیستم مخابراتی»، مجله Omega، ۲۰۰۱.
- Mahmoudzadeh, M. و Abri, A.، «تأثیر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری در صنایع ایران»، مجله مهندسی صنایع بین‌المللی، ۲۰۱۵.
- Malhan, A.، «مزایای محیط کاری مثبت»، Entrepreneur India، آوریل ۲۰۱۹.
- Sankaranarayanan, B. و همکاران، «تحلیل ریسک در صنایع نساجی با استفاده از AHP-TOPSIS»، مجله Materials Today: Proceedings، ۲۰۲۱.
- Kumar, S. و همکاران، «مطالعه نگهداری و تعمیرات فراگیر و رویکرد اجرای آن»، مجله IRJET، ۲۰۱۷.
- Soekiman, A. و همکاران، «عوامل مربوط به بهره‌وری نیروی کار که بر عملکرد زمان‌بندی پروژه تأثیر می‌گذارند»، کنفرانس ساخت‌وساز آسیا-اقیانوسیه، ۲۰۱۱.

عارضه‌یابی خشک کن دوار کنسانتره آهن در مقیاس صنعتی در یک مجتمع گندله‌سازی به کمک بررسی شرایط عملیاتی و موازنه جرم و انرژی

محمدرضا اسماعیل پور^۱، محمدهادی آقاعلی^۲، فرشید بصیری فر^۳

۱- کارشناس بهینه‌سازی

۲- رئیس بخش تحول دیجیتال و شبیه‌سازی فرآیند

۳- مدیر امور پژوهش و بهینه‌سازی و توسعه فناوری

خلاصه

در این پژوهش یک خشک کن دوار کنسانتره آهن در یک مجتمع گندله‌سازی مورد بررسی و عارضه‌یابی قرار گرفت. در گام اول کارکرد این خشک کن در شرایط واقعی بررسی شد که اخلاف چشم‌گیری میان شرایط واقعی و طراحی مشاهده شد. در گام بعد با توجه به داده‌های طراحی جهت بررسی صحت طراحی، بالانس جرم و انرژی بر روی سیستم انجام گردید. در انتها جهت بررسی رفتار ذرات درون خشک کن از شبیه‌سازی DEM استفاده شد تا بتوان نحوه ریزش و حرکت بار درون درایر را به صورت دقیق‌تری بررسی نمود. بررسی نتایج موازنه جرم و انرژی و نتایج شبیه‌سازی منجر به ارائه طراحی بر اساس تغییر طرح و شکل لیفترهای داخلی درایر شد تا بتوان زمان ماند و سطح تماس ذرات با جریان گاز داغ را درون خشک کن بهبود بخشید.

کلمات کلیدی: خشک کن دوار، موازنه جرم و انرژی، عارضه‌یابی، شبیه‌سازی DEM

۱. مقدمه

خشک‌کن دوار، رایج‌ترین نوع خشک‌کن صنعتی برای مواد شیمیایی، معدنی، غذایی و گیاهی است. این دستگاه از لوله‌های فلزی به قطر ۶۰ تا ۴۰۰ سانتی‌متر و طول ۶ تا ۲۴ متر تشکیل شده که روی غلتک‌ها می‌چرخد. مواد مرطوب با هوای گرم (توسط مشعل یا هیتر) خشک می‌شوند و با چرخش لوله، جاذبه و پره‌های فلزی به سمت خروجی حرکت می‌کنند. قاشقک‌ها (Lifter) باعث هم‌زدن و خشک شدن سریع‌تر می‌شوند. تعداد، شکل و زاویه لیفترها مهم است و بسته به نوع و رطوبت مواد طراحی می‌شود. دمای قابل تحقق تا ۲۵۰ درجه با جداره آهنی، و برای دماهای بالاتر نیاز به استیل نسوز یا نسوزکاری است. [۱]

در پروژه‌ای [۲]، توزیع سایز ذرات، چسبیدگی ذرات و رطوبت بحرانی به‌عنوان سه پارامتر مهم معرفی شدند. برای جلوگیری از چسبیدگی، جریان هوا و هم‌زدن مداوم ذرات پیشنهاد گردید. راثو و همکاران [۳] اثر تیغه‌های داخلی را بررسی کرده و مدلی ریاضی برای بهینه‌سازی سطح تماس ذرات ارائه دادند؛ نسبت طولی بهینه برای تیغه‌های مستطیلی ۱/۵ به دست آمد. قشدرستیدار و همکاران [۴] خشک‌کن دوار کنسانتره آهن را با مدل سازی انتقال حرارت جابه‌جایی، تشعشع و هدایت (با روش تفاضل محدود) شبیه‌سازی کردند. مدل دما را با دقت خوبی پیش‌بینی می‌کند. رطوبت بیشتر مواد، طول خشک‌کن را افزایش ولی شیب دمایی را یکنواخت‌تر می‌کند. افزایش دبی هوا، دمای گاز را کاهش و دمای مواد را افزایش می‌دهد. شیب و دور درایر بر توزیع دمای مواد تأثیر شدید دارند (تعیین‌کننده زمان ماند). برای مفاهیم حرکت ذرات و زمان ماند، مرجع کوره‌های دوار [۵] قابل استفاده است. از میان پارامترها، دبی و دمای هوای داغ بیشترین تأثیر را دارند [۶]؛ افزایش سرعت هوای داغ، نرخ خشک‌کردن را بهبود می‌بخشد و تأثیر دما بیشتر از سرعت است [۷]. با افزایش سایز ذرات، زمان خشک‌شدن افزایش [۸] و با افزایش بار ورودی، رطوبت‌گیری کاهش می‌یابد [۹]. افزایش سرعت چرخش خشک‌کن، رطوبت‌گیری را افزایش و زمان خشک‌شدن را کاهش می‌دهد [۱۰]. در جریان غیرهمجهت گاز داغ با مواد، طول خشک‌کن ۶۰٪، دمای گاز ۳۷٪ کاهش و راندمان

افزایش می‌یابد [۱۱].

خشک‌کن دوار مورد بررسی با مشکلات فرآیندی و مکانیکی روبه‌رو بوده است که منجر به کاهش راندمان این تجهیز هم از نظر میزان کاهش رطوبت و هم کاهش تناژ کاری نسبت به نقطه طراحی شده است. این تجهیز در بهترین عملکرد خود با ظرفیتی حدود ۳۰۰ تن بر ساعت و با کاهش رطوبت از حدود ۱۰/۵٪ به ۸/۳٪ درصد کار کرده است، در حالی که مطابق نقطه طراحی ظرفیت خشک‌کن ۴۱۷ تن بر ساعت با میزان کاهش رطوبت از ۱۰٪ به ۶/۵٪ بوده است. هدف از انجام این پروژه بررسی دقیق فرآیند خشک‌کن و و عارضه‌یابی تجهیز خشک‌کن دوار به منظور بهبود عملکرد این تجهیز در کاهش رطوبت و نیز افزایش میزان تناژ می‌باشد. بنابراین در این پروژه اطلاعات و مشخصات فنی تجهیزات و فرآیند خشک‌کن مطابق مدارک طراحی مورد بررسی قرار خواهد گرفت و با مقایسه شرایط عملکردی موجود و طراحی، میزان اختلاف با نقطه طراحی استخراج می‌شود.

۲- بررسی عملکرد درایر

خشک کن دوار (ساخت CemTec اتریش) در بازه ۷۰ تا ۹۰ روزه از آبان ۱۴۰۲ در یکی از مجتمع های تولید گندله بررسی شد. میانگین رطوبت ورودی ۱۰.۵٪ (نزدیک به طراحی) و خروجی ۸.۳۲٪ بود؛ بنابراین کاهش رطوبت میانگین ۲.۳۷٪ محاسبه شد. تناژ میانگین روزانه ۵۴۶۵ تن و تناژ ساعتی ۳۰۶٪ تن است. جدول ۱ نشان می دهد که رطوبت خروجی، کاهش رطوبت، تناژ و دانه بندی ورودی تفاوت چشمگیری با مقادیر طراحی دارند؛ لذا بررسی سایر پارامترهای عملیاتی ضروری است.

K80 (μm)	تناژ ورودی به درایر (t/h)	میزان کاهش رطوبت در درایر (%)	رطوبت کنسانتره ورودی به درایر (%)	رطوبت کنسانتره ورودی به درایر (%)	
88	417	5/3	5/6	10	نقطه طراحی درایر
1/100	6/303	37/2	32/8	56/10	شرایط عملکردی در بازه زمانی

جدول ۱- داده های طراحی و عملکردی درایر در خط خردایش مجدد

دمای گاز داغ ورودی به خشک کن، یکی از مهم ترین پارامترهاست. مقدار طراحی آن ۹۰۰ درجه سانتی گراد است، اما میانگین دمای واقعی در بازه ۹۰ روزه فقط ۴۷۱ درجه سانتی گراد بوده که اختلاف چشمگیری دارد. میانگین دمای گاز خروجی ۱۰۰ درجه سانتی گراد (طراحی: ۱۱۰ درجه) است که با وجود دمای پایین ورودی، در محدوده طراحی قرار دارد. همچنین میانگین آمپر موتور اصلی ۴۷۴ آمپر است در حالی که مقدار طراحی ۷۶۰ آمپر می باشد.

۳- بالانس جرم و انرژی

به منظور بررسی و تحلیل وضعیت عملکردی درایر، بالانس جرم و انرژی درایر از طریق محاسبات دستی انجام شده است. هدف از این محاسبات بالانس جرم مواد در فاز کنسانتره، گاز و رطوبت و همچنین بالانس انرژی فرایند می باشد. در ابتدا لازم است این محاسبات برای شرایط طراحی انجام شود تا پس از صحت گذاری محاسبات و فرضیات مسئله، بتوان با جایگذاری پارامترهای عملیاتی در شرایط واقعی، ضمن بررسی وضعیت موجود، نقاط اختلاف و میزان انحراف از شرایط طراحی را استخراج نمود. در ادامه ابتدا مبانی محاسبات بالانس جرم و انرژی ارائه شده است. سپس با جایگذاری پارامترهای فرایند در شرایط طراحی عملکردی واقعی وضعیت عملکردی این تجهیز مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-۱- مبانی موازنه جرم در خشک کن

محاسبه بالانس جریان مواد، به دو بخش اصلی جریان کنسانتره و جریان هوای داغ تقسیم می شود. در بخش کنسانتره، تغییر جرم ورودی و خروجی به علت تبخیر رطوبت و انتقال رطوبت آن به فاز گاز می باشد. میزان کاهش جرم کنسانتره به علت غبار تولید شده نیز قابل چشم پوشی می باشد. در بخش گاز نیز دبی جرمی با صرف نظر از نشتی هوا، تغییرات جرم به علت افزایش میزان رطوبت گاز خواهد بود. البته دبی حجمی گاز به علت تغییر دما تغییر خواهد کرد. همچنین جریان گاز داغ حاصل احتراق مشعل و ترکیب آن هوای ثانویه می باشد که با استخراج معادلات احتراق قابل استحصال می باشد.

در مدارک طراحی، مقدار کنسانتره و گاز داغ ورودی به ترتیب بر حسب تن بر ساعت و متر مکعب بر ساعت محاسبه بیان شده اند که با استفاده از این دو پارامتر و درصد ورودی و خروجی رطوبت و به کمک مشخصات مواد، می توان محاسبات بالانس جرم را انجام داد.

رابطه کلی موازنه جرم مطابق زیر خواهد بود:

$$\text{mass accumulation} = \text{input mass} - \text{output mass} + \text{generation} - \text{consumption}$$

که در سیستم مورد بررسی، فرآیند را می‌توان پایا در نظر گرفت بنابراین می‌توان از ترم تجمع (accumulation) صرف نظر کرد.

۳-۲- مبنای موازنه انرژی خشک‌کن

برای بالانس انرژی می‌توان به دو صورت زیر عمل کرد:

انرژی ورودی به درایر و خروجی از درایر را جداگانه محاسبه کرد و مورد بررسی قرار داد.

انرژی گرفته شده و یا داده شده توسط هر فاز از فرآیند را جداگانه حساب کرد و مورد بررسی قرار داد.

در بالانس انرژی خشک‌کن دوار از روش دوم استفاده می‌شود به این صورت که مقادیر زیر محاسبه می‌شوند و مورد بررسی قرار می‌گیرند:

مقدار گرمای مورد نیاز مواد برای افزایش دما و انجام فرآیند تبخیر (افزایش دمای کنسانتره، آب، تبخیر آب و افزایش دمای بخار به همراه اتلاف حرارت گاز با دیواره کوره).

مقدار گرمای از دست رفته گاز در فرآیند (گرمای از دست رفته گاز از دمای ۹۰۰ تا ۱۱۰ درجه سانتی گراد).

مقدار گرمای ایجاد شده توسط احتراق گاز در مشعل.

در بالانس انرژی سه مقدار بالا باید با هم برابر باشند.

۳-۳- بالانس جرم و انرژی

در این بخش به کمک روابط و معادلات بخش پیش، بالانس جرم و انرژی فرآیند در شرایط طراحی و عملیاتی انجام می‌شود.

با استفاده از جدول جریان مواد بدست آمده می‌توان بالاس جرم را برای سیستم محاسبه نمود. به این صورت که گاز داغ و کنسانتره خیس به عنوان ورودی و گاز خروجی، مقدار بخار و کنسانتره رطوبت‌گیری شده به عنوان خروجی در نظر گرفته می‌شوند در جدول ۲ موازنه جرم سیستم آورده شده است.

Mass balance		
Inputs	Unit	Value
Wet concentrate + Hot gas	t/h	515.58
	Kg/s	143.22
Inputs	Unit	Value
Wet concentrate + Hot gas	t/h	512.34
	Kg/s	142.32

جدول ۲- موازنه جرم

۳-۱-۱- بالانس انرژی

همان گونه که در بخش قبل گفته شد، موازنه انرژی از طریق محاسبه سه مقدار (۱) انرژی مورد نیاز جهت افزایش دمای کنسانتره، تبخیر آب و حرارت اتلافی، (۲) حرارت ناشی از کاهش دمای گاز و (۳) حرارت ناشی از احتراق قابل محاسبه است. میزان گرمای ایجاد شده توسط مشعل باید با گرمایی که گاز داغ درون درایر از دست می دهد با گرمایی که مواد می گیرند برابر باشد.

Energy balance		
Required heat	Unit	Value
Total required heat (Q_T)	J/s	24,075,874.35
Total heat from hot gas (Q_g)	J/s	25,191,516.37
Heat from combustion (Q_F)	J/s	26,789,000.00

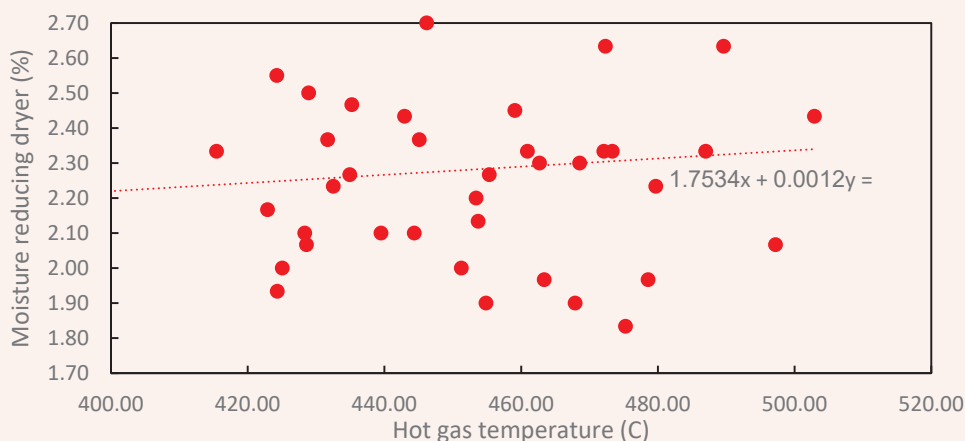
جدول ۳- موازنه انرژی

همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می شود، گرماهای محاسبه شد با یکدیگر تقریباً برابر می باشند که این موضوع هم صحت محاسبات را نشان می دهد، و هم نشان دهنده این است که در شرایط طراحی موازنه جرم و انرژی سیستم برقرار است و طراحی به درستی انجام شده است.

۴- بررسی نتایج

۴-۱- بررسی اثر گاز داغ

بررسی اثر دمای گاز داغ ورودی بر میزان کاهش رطوبت کنسانتره نشان می‌دهد که با افزایش دمای گاز داغ، میزان کاهش رطوبت کنسانتره تغییر محسوسی نمی‌کند و رابطه میان دمای گاز داغ و میزان کاهش رطوبت رابطه معناداری نمی‌باشد.



شکل ۱- بررسی اثر دمای گاز داغ ورودی بر میزان کاهش رطوبت در یک بازه ۷۰ روزه از ابتدای آبان ماه ۱۴۰۲

دمای گاز داغ در ورودی درایر در نقطه طراحی ۹۰۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است تا با دادن گرما به کنسانتره و کاهش ۷۹۰ درجه سلسیوس به دمای ۱۱۰ درجه در خروجی درایر برسد. این در حالی است که دمای گاز داغ در شرایط عملیاتی در حدود ۴۷۰ درجه سلسیوس و کاهش دمای آن در حدود ۳۷۰ درجه سلسیوس است، بنابراین اختلاف دمای گازهای ورودی و خروجی (ΔT) در شرایط عملیاتی در حدود ۴۷ درصد اختلاف دما در نقطه طراحی است.

طبق مشاهدات و گفته کارشناسان اتاق کنترل با افزایش تناژ، دمای گاز داغ افزایش پیدا نمی‌کند و سریعاً میزان کاهش رطوبت کاهش پیدا می‌کند و کنسانتره به صورت گل از درایر خارج می‌شود. همچنین مشاهده شده است که با افزایش دمای گاز داغ، میزان رطوبت گیری کاهش چشمگیری نداشته و به سرعت دمای خروجی درایر افزایش پیدا کرده و به حد بالای دمای تعریف شده می‌رسد که منجر به تریپ دادن سیستم می‌شود. موضوع گفته شده را می‌توان به احتمال عدم اختلاط درست و تماس ناکافی کنسانتره با گاز داغ نسبت داد.

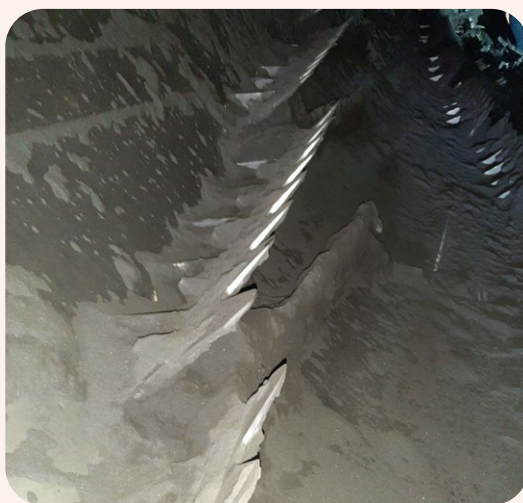
در درایرهای چرخان جهت هم خوردگی و تماس بیشتر فاز جامد با جریان گاز از پره‌های فلزی استفاده می‌شود که علاوه بر همزدن، تا ارتفاع مشخصی مواد جامد را بالا برده و با ریزش مواد جامد مطابق شکل ۲، باعث افزایش سطح تماس و زمان ماند مواد شود.

در درایرهای چرخان جهت هم خوردگی و تماس بیشتر فاز جامد با جریان گاز از پره‌های فلزی استفاده می‌شود که علاوه بر همزدن، تا ارتفاع مشخصی مواد جامد را بالا برده و با ریزش مواد جامد مطابق شکل ۱۸، باعث افزایش سطح تماس و زمان ماند مواد شود.



شکل ۲- پره‌های بالابرنده و نحوه ریزش بار در یک خشک کن چرخان

در درایر نصب شده در کارخانه مورد بررسی، پره‌های نصب شده کاملاً تخت بوده و دارای عرض کمی می‌باشند. که در شکل ۳ نشان داده شده است. این پره‌ها توانایی برای بالا بردن کنسانتره نداشته و صرفاً سبب بهم خوردن مواد خواهند شد.



شکل ۳- پره‌های بالابرنده نصب شده در درایر مورد بررسی

۵- شبیه سازی حرکت ذرات

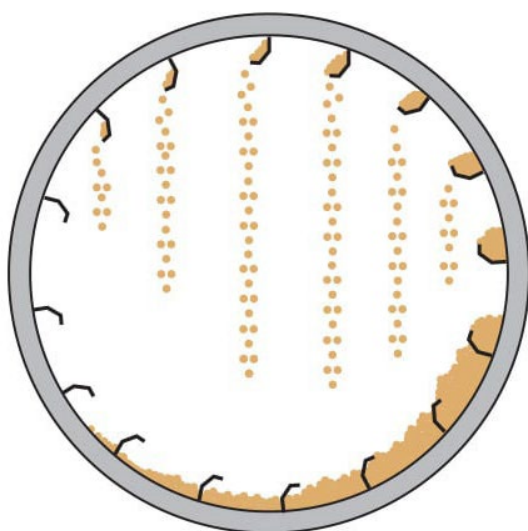
با توجه به مطالب گفته شده با افزایش دما گاز داغ ورودی، دمای گاز خروجی سریعاً افزایش می یابد و یا با افزایش تناژ، مواد با رطوبت بالا از درایر خارج می شوند، این موضوع می تواند به دو دلیل اتفاق بیوفتد:

۱- سیستم کنترلی درایر بر روی دمای گازهای خروجی دارای اینترلاک می باشد. با افزایش دمای گاز داغ ورودی، دمای گازهای خروجی به سرعت افزایش یافته و سیستم تریپ می دهد.

- عدم اختلاط و سطح تماس پایین فاز گاز و جامد

- زمان اقامت (ماند) پایین فاز جامد درون خشک کن

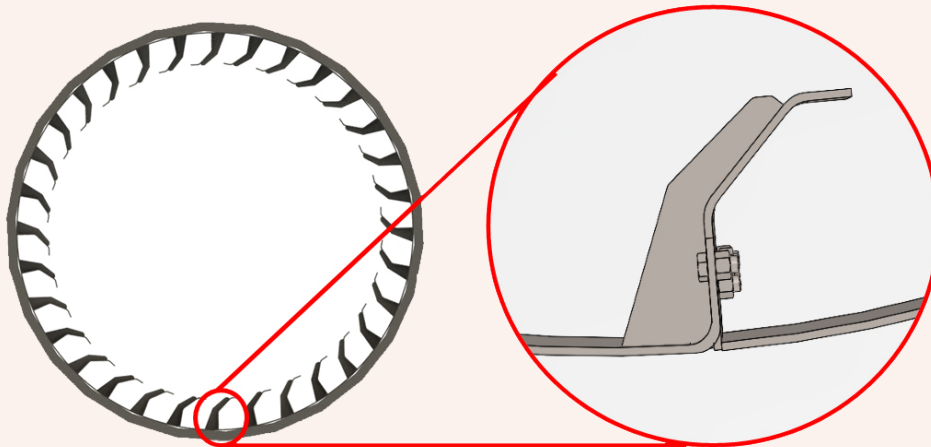
به طور کلی موارد زیادی می توانند بر روی زمان ماند فاز جامد و میزان اختلاط آن با فاز گاز تاثیرگذار باشند که در این میان شکل و چینش لیفترها می تواند یکی از مهمترین پارامترها در تعیین زمان ماند و میزان اختلاط فاز جامد و گاز باشد. با توجه به سابقه تغییر طرح لیفترها توسط این مجتمع فولادسازی در سال های گذشته، بررسی وضعیت لیفترهای موجود و شرایط پیش از تغییر حائز اهمیت می باشد. لیفترهای موجود در درایر ها معمولاً به گونه ای طراحی و ساخته می شوند که علاوه بر بهم زدن مواد درون درایر، همانند شکل ۴ با بالا بردن مواد تا ارتفاع مشخصی و پاشش آن ها زمان ماند ذرات جامد و سطح تماس آنها را با فاز گاز افزایش دهند.



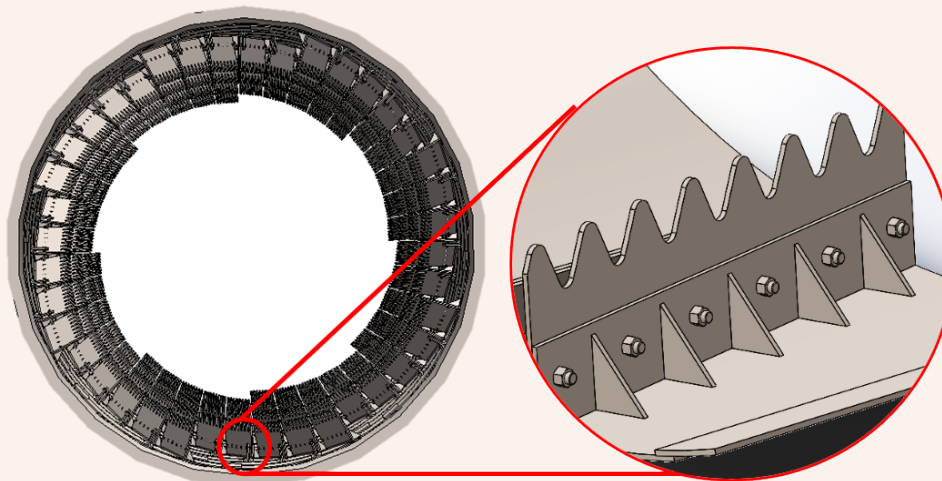
شکل ۴- شماتیک یک مدل خاص از لیفتر ها و نحوه حرکت عرضی ذرات در درایر

۱-۵. طراحی لیفترها

مطابق با نقشه‌های موجود طرح اولیه لیفت‌های اجرا شده توسط شرکت Semtec در این مجتمع فولاد در ابتداء راه اندازی و پس از تغییر توسط مجتمع همانند شکل ۵ و شکل ۶ می‌باشد.



شکل ۵- مدل سه بعدی طراحی شده از لیفت‌های درایر پیش از تغییر اولیه توسط مجتمع



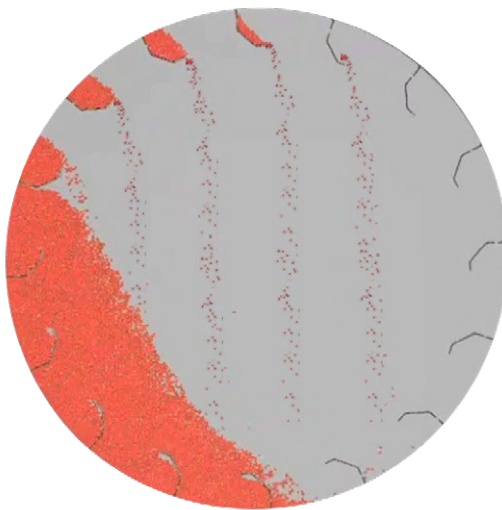
شکل ۶- مدل سه بعدی طراحی شده از لیفت‌های درایر پس از تغییر اولیه توسط مجتمع

۵-۲. مدل سازی حرکت ذرات

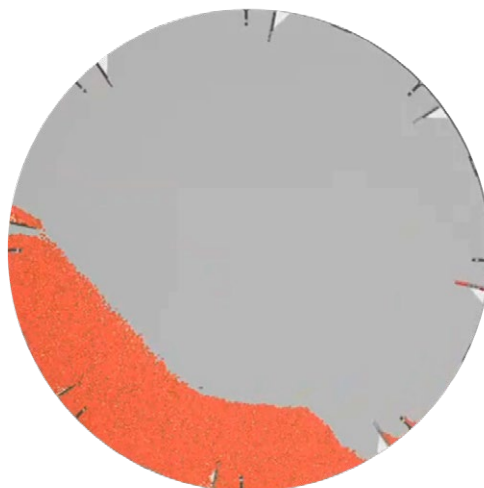
۵-۲-۱. مدل سازی حرکت عرضی ذرات

همانطور که اشاره شد، ذرات درون درایر به واسطه چرخش درام و وجود لیفترها می‌تواند تا یک ارتفاع مشخصی بالا رفته و سپس به صورت آبشاری ریزش کند. در یک سطح مقطع مشخص هرچه قسمت بیشتری از آن توسط ذرات که به پایین ریخته می‌شود پوشیده شود، میزان تماس گاز داغ با ذرات جامد بیشتر بوده و کارایی درایر بهبود می‌یابد.

جهت مدلسازی حرکت عرضی ذرات، یک قسمت از درایر مورد نظر با قطر واقعی با شکل پره‌های مورد نظر در یک طول کوتاه طراحی شده و سپس با روش DEM حرکت ذرات مورد بررسی قرار می‌گیرد. در شکل ۷ و شکل ۸ سطح مقطع درایر با دو شکل مختلف لیFTER (طرح اولیه و طرح پس از تغییر) نشان داده شده است. همان طور که از شکل لیFTERها مورد انتظار است، در طرح اولیه لیFTERها مواد می‌توانند تا ارتفاع بالاتری توسط لیFTERها حمل شده و به صورت آبشاری پایین می‌ریزند، این در حالی است که در طرح اجرا شده پس از تغییرات ریزش آبشاری برای ذرات مشاهده نمی‌شود.



شکل ۷- حرکت عرضی ذرات در یک سطح مقطع از درایر با طراحی لیFTERها پیش از تغییر

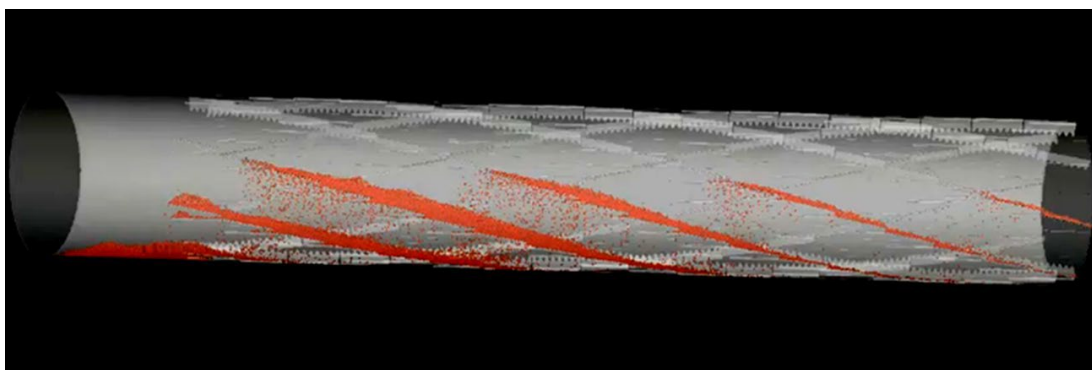


شکل ۸- حرکت عرضی ذرات در یک سطح مقطع از درایر با طراحی لیFTERها پس از تغییر

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان این انتظار را داشت که در درایر موجود، پس از تغییر طرح لیفترها سطح تماس موثر جریان گاز داغ و ذرات جامد به صورت چشمگیری کاهش یافته است. اگرچه با توجه به حالت ریزش بار در درایر پیش از تغییرات این احتمال نیز وجود دارد که زمان ماند ذرات در درایر پس از اصلاح طرح کاهش یافته باشد که این موضوع نیازمند بررسی حرکت طولی ذرات می‌باشد.

۵-۲-۲. مدل سازی حرکت طولی ذرات

در درایرهای چرخان، ذرات جامد علاوه بر داشتن حرکت عرضی در سطح مقطع درایر، به دلیل چرخش درام، زاویه درام و شکل لیفترها یک حرکت طولی نیز خواهند داشت. برای مدل سازی حرکت طولی ذرات، دو هندسه جهت بررسی تاثیر شکل لیفترها بر زمان ماند ذرات مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مدل سازی ذرات نشان می‌دهد که طرح لیفترهای پس از تغییر علاوه بر عدم توانایی بالا بردن ذرات و ایجاد حرکت آبشاری، با توجه به حالت ماریپیچ مانند موجود، موجب سُر خوردن ذرات به سمت خروجی می‌شود. در درایر آزمایشی مورد بررسی، در صورت استفاده از لیفترها با طرح اولیه (پیش از تغییر)، از زمان تزریق اولین ذره به سیستم تا خروج آخرین ذره از درایر در حدود ۱۰ دقیقه زمان نیاز است، این در حالی است که در درایر با طرح لیفترها پس از تغییر، این زمان در حدود ۷ دقیقه خواهد بود. قسمتی از نحوه حرکت طولی ذرات در شکلهای زیر نشان داده شده است.



شکل ۹- حرکت طولی ذرات در درایر با طرح لیفترهای پس از تغییر

۵-۳. تغییر طراحی لیفترها جهت افزایش زمان ماند

همانطور که گفته شد هرچه انحنا لیفترها بیشتر باشد می‌توانند مقدار بار بیشتری را نگه داشته و به افزایش زمان اقامت ذرات درون خشک‌کن کمک کنند همچنین تعداد لیفترها و زاویه نصب لیفترها نیز می‌تواند بر روی حرکت طولی ذرات در درایر تاثیر چشمگیری بگذارد. چپش اشتباه و انتخاب نادرست زاویه نصب می‌تواند به صورت چشمگیری زمان ماند ذرات درون خشک‌کن را کاهش دهد.

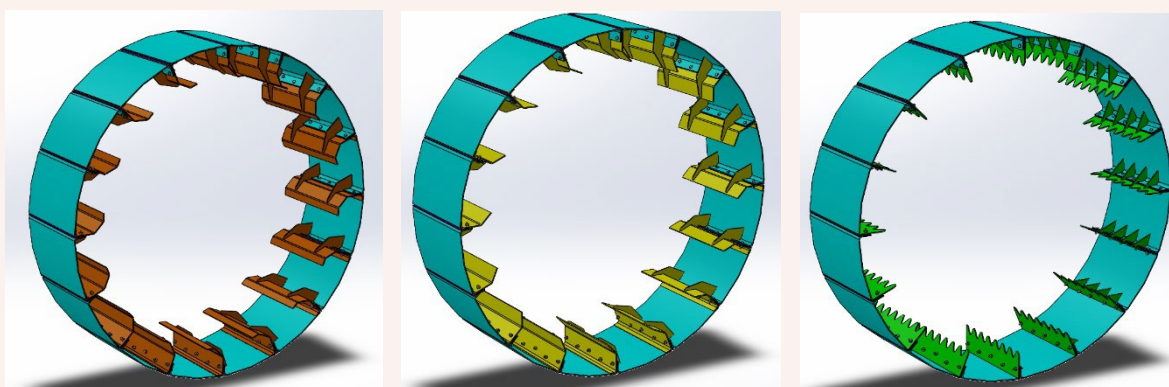
با توجه به موارد گفته شده و مشکلات موجود، موارد زیر جهت بهبود کارایی درایر پیشنهاد می‌گردد.

۱- استفاده از ترکیبی از لیفترهای تخت، نیمه انحنادار و انحنا دار جهت همخوردگی بهتر بار و ایجاد حرکت آبشاری ذرات و افزایش سطح تماس ذرات با گاز داغ ورودی

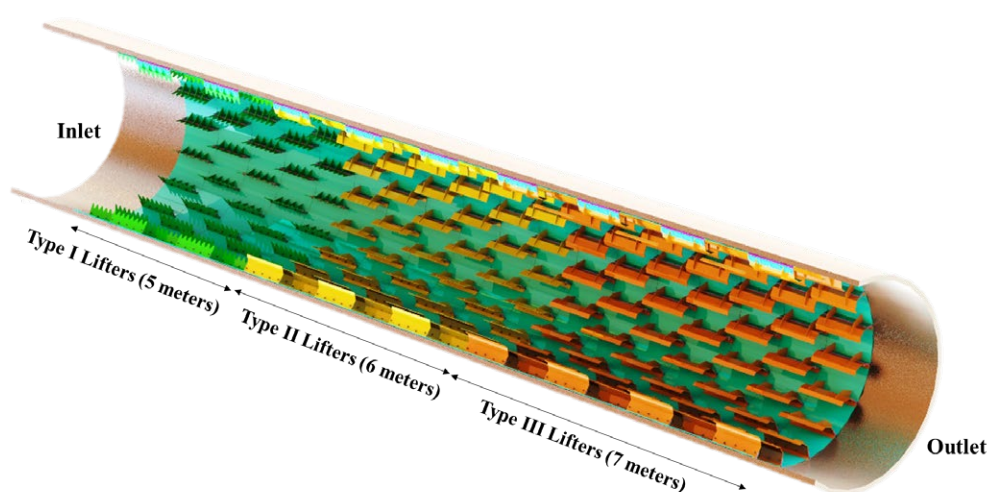
۲- تغییر زاویه و چپش لیفترهای تخت جهت جلوگیری از حرکت سریع ذرات به سمت خروجی و به منظور افزایش زمان ماند ذرات و قرار گیری در معرض جریان گاز داغ.

برای این منظور پیشنهاد می‌شود تا از سه مدل لیفترهای تخت، نیمه انحنادار و انحنا دار در سه قسمت مختلف خشک‌کن استفاده شود.

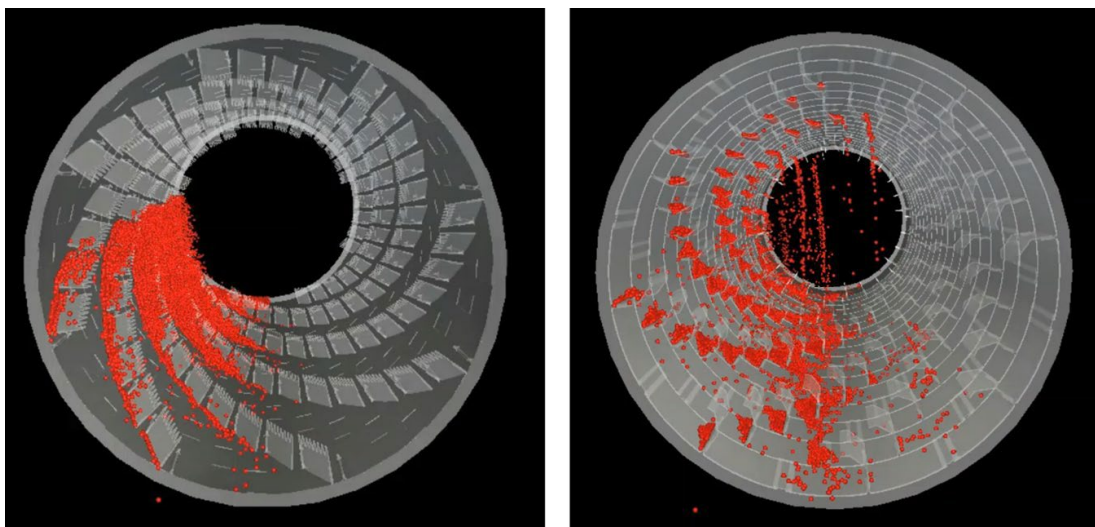
- ۱- لیفترهای تخت در چند متر ابتدایی جهت همزدن بار ورودی و جلوگیری از چسبندگی
 - ۲- استفاده از لیفترهای نیمه انحنا دار جهت ایجاد حرکت آبشاری
 - ۳- استفاده از لیفترهای انحنا دار جهت افزایش حمل بار توسط لیفترها، افزایش زمان ماند و زاویه رهايش بار
 - ۴- تغییر چینش لیفترهای تخت از چینش زاویه دار به خطی در راستای محور جهت جلوگیری از تخلیه سریع بار و افزایش زماند ماند.
- به ترتیب در شکل ۱۰ تا شکل ۱۳، شکل پیشنهادی لیفترها، شماتیک کلی خشک کن، و تصاویر مدلسازی حرکت عرضی و طولی ذرات نشان داده شده است.



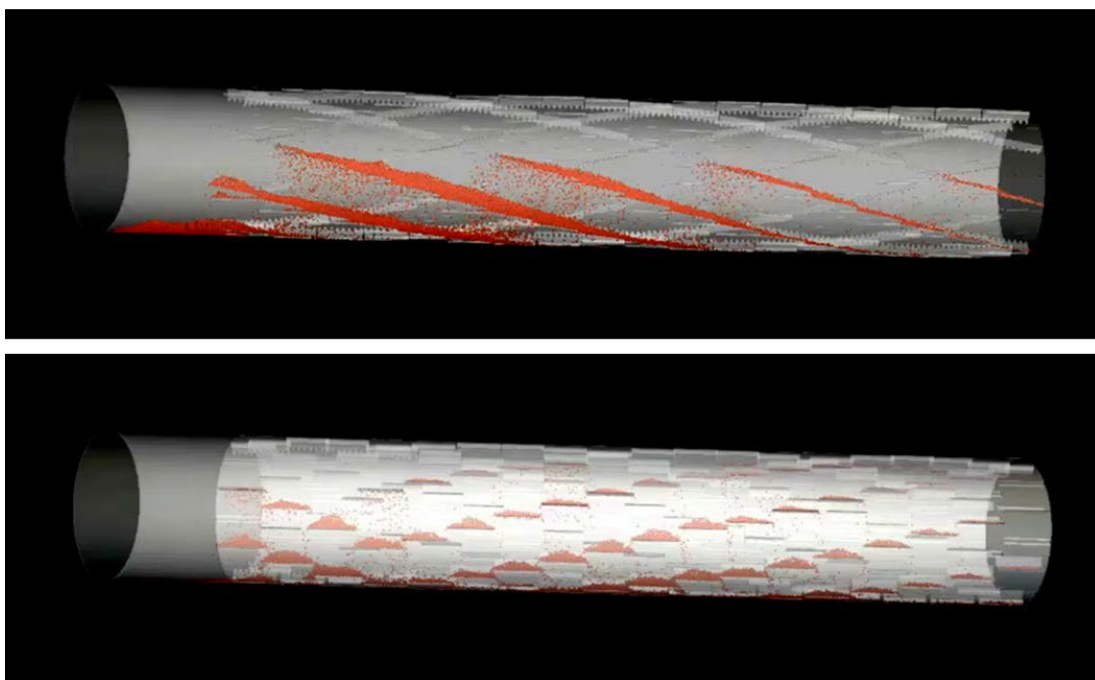
شکل ۱۰- طرح پیشنهادی سه لیفتر متفاوت برای قسمت های مختلف خشک کن



شکل ۱۱- چینش لیفترها در قسمت های مختلف خشک کن



شکل ۱۲- مقایسه حرکت عرضی ذرات در طرح پیشنهادی و وضعیت موجود



شکل ۱۳- مقایسه حرکت طولی ذرات در طرح پیشنهادی و وضعیت موجود

نتایج شبیه‌سازی‌های صورت گرفته به خوبی تاثیر تغییر طرح لیفترها بر حرکت طولی و عرضی ذرات نشان می‌دهد. با تغییر طرح لیفترها ریزش ذرات درون درایر به صورت چشمگیری بهبود خواهد یافت. همچنین با تغییر طرح لیفترها زمان ماند ذرات درون خشک‌کن در حدود ۳ دقیقه افزایش خواهد داشت که می‌تواند تاثیر چشمگیری بر کارایی خشک‌کن داشته باشد.

۶- جمع بندی و پیشنهادات

و ایجاد حرکت آبشاری را ندارند که این موضوع سبب کاهش سطح تماس گاز داغ با ذرات جامد می‌شود.

- مدلسازی حرکت طولی ذرات نشان می‌دهد که چینش فعلی لیفترها به گونه ای است که علاوه بر نداشتن حرکت آبشاری، موجب هل دادن ذرات به سمت خروجی و کاهش زمان ماند می‌شود.

- استفاده از سه مدل لیفتر تخت، نیمه انحنادار و انحنا دار جهت بهبود حرکت عرضی ذرات و ایجاد حرکت آبشاری به منظور افزایش سطح تماس ذرات جامد با گاز داغ ورودی پیشنهاد می‌گردد.

- استفاده از لیفترهای انحنادار در کنار تغییر چینش لیفترهای تخت از زاویه دار به خطی، جهت افزایش زمان ماند ذرات درون خشک‌کن پیشنهاد می‌گردد.

- بررسی موازنه جرم و انرژی درایر نشان می‌دهد که شرایط عملیاتی در نظر گرفته شده در نقطه طراحی به درستی انتخاب شده است و سیستم در حالت ایده آل باید بتواند در نقطه طراحی کار کند.

- میزان جریان مصرفی موتور اصلی درایر با افزایش تناژ کنسانتره افزایش پیدا می‌کند اما این افزایش با شیب بسیار ملایم است. آمپر نامی موتور اصلی برابر ۷۶۰ می‌باشد که در شرایط عملیاتی این مقدار برابر ۴۶۹ آمپر می‌باشد که نشان دهنده امکان افزایش تناژ درایر است.

- مدلسازی حرکت عرضی ذرات نشان می‌دهد که در درایر موجود لیفترهای تخت توانایی بالابردن ذرات

مراجع:

- [1] Feeco, 2023. The Rotary Dryer Handbook. Wisconsin: FEECO International, Inc.
- [2] Souza Pinto, T.C., Souza, A.S., Batista, J.N.M., Sarkis, A.M., Leal Filho, L.D.S., Pádua, T.F.D. and Béttega, R., 2021. Characterization and drying kinetics of iron ore pellet feed and sinter feed. Drying Technology, 39(10), pp.1359-1370.
- [3] Sunkara, K.R., Herz, F., Specht, E. and Mellmann, J., 2013. Influence of flight design on the particle distribution of a flighted rotating drum. Chemical Engineering Science, 90, pp.101-109.
- [4] Ghoshdastidar, P.S., Bhargava, G. and Chhabra, R.P., 2002. Computer simulation of heat transfer during drying and preheating of wet iron ore in a rotary kiln. Drying technology, 20(1), pp.19-35.
- [5] Bisulandu, B.J.R.M. and Huchet, F., 2023. Rotary kiln process: An overview of physical mechanisms, models and applications. Applied Thermal Engineering, 221, p.119637.
- [6] Iguaz A, Esnoz A, Martínez G, López A, Virseda P. Mathematical modelling and simulation for the drying process of vegetable wholesale by-products in a rotary dryer. Journal of food engineering. 2003 Sep 1;59(2-3):151-60.
- [7] Gómez-de la Cruz FJ, Palomar-Carnicero JM, Hernández-Escobedo Q, Cruz-Peragón F. Determination of the drying rate and effective diffusivity coefficients during convective drying of two-phase olive mill waste at rotary dryers drying conditions for their application. Renewable Energy. 2020 Jun 1;153:900-10.
- [8] Jafari H, Farahbod F. The experimental survey on the rotary dryer performance: drying of wetted salt from effluent bio wastewater. Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering. 2017;4(3):567-70.
- [9] Vargas AR, García LP, Guillen CS, AlJaberi FY, Salman AD, Alardhi SM, Le PC. Performance evaluation of a flighted rotary dryer for lateritic ore in concurrent configuration. Heliyon. 2023 Nov 1;9(11).
- [10] Kaveh M, Abbaspour-Gilandeh Y, Chen G. Drying kinetic, quality, energy and exergy performance of hot air-rotary drum drying of green peas using adaptive neuro-fuzzy inference system. Food and Bioproducts Processing. 2020 Nov 1;124:168-83.
- [11] ECHEERI A, MAALMI M. Performance evaluation of a rotary dryer in both co-current and counter-current configurations. Journal of Thermal Engineering. 2021 Dec 1;7(Supp 14):1945-57.

نگاهی اجمالی به مراحل پیاده سازی مهندسی یکپارچه در ممسکو

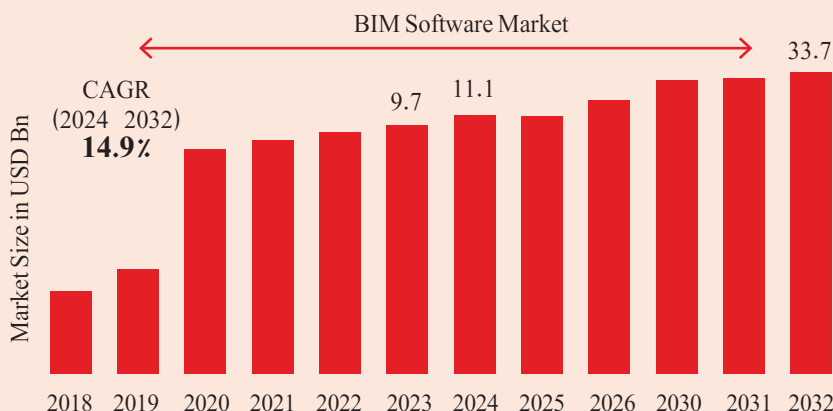
پیمان مرشد

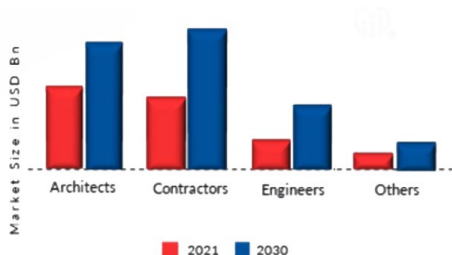
مسئول گروه سازه، سیویل و یکپارچه سازی مهندسی
p.morshed@memseco.com

شتاب روزافزون تکنولوژی و بازتاب قابل انتظار آن در صنایع، همگام شدن هرچه بیشتر فرآیندهای مهندسی و بهره گیری از فناوری های نوین را ضروری ساخته است. از سوی دیگر، ایجاد تغییرات در سیستم ها معمولاً با چالش های شناخته شده ای نیز همراه است. علاوه بر سنت محافظه کارانه که لزوم انجام هرگونه تغییر را به دید تردید مینگرد، آنچه می تواند همگام شدن هر سیستم با تکنولوژی نوین (به عنوان ابزار افزایش بهره وری) را با چالش روبرو سازد، عادت به روش های سنتی یا همان اینرسی طبیعی سیستم در مقابل تغییرات زود و زیاد است. لذا ایجاد هرگونه تغییر و یا بهبود ماندگار مستلزم پیاده سازی روشمند، گام به گام و با شیب برنامه ریزی شده بوده تا ضمن حفظ عملکرد کلی سیستم، امکان ارتقا مورد نیاز آن نیز بصورت تدریجی فراهم آید. مصطلح است که "با یک گل بهار نمی شود". مثل کمتر معروف دیگری هم هست که میگوید "بهار با یک گل آغاز می شود". هردو صحیح هستند و دومی شاید با واقعیت نزدیکتر. چراکه نهایتاً ارتقا، بهبود و ایجاد ارزش افزوده در سیستم نه بصورت یکباره بلکه تنها از رهگذر برنامه ریزی کلان و نگاه بلندمدت میسر خواهد بود.

مهندسی یکپارچه که در ساده ترین تعریف، به معنای ایجاد بستر مشترک و مرکزی داده جهت ایجاد هماهنگی و فعالیت ارکان مختلف مهندسی و پروژه می باشد در سال های اخیر به یکی از خطوط اصلی تکنولوژی در صنعت و فرآیندهای مهندسی مبدل گشته است. داده کاوی منتشر شده MRFR از فعالیت بازیگران اصلی این بازار موید آینده رو به رشد آن بوده بگونه ای که پیش بینی می شود ارزش بازار مهندسی یکپارچه (مدیریت و مدل سازی اطلاعات ساخت) با وجود عوامل کاهنده و طی دهه آتی بطور پیوسته بتواند نرخ رشد مرکب (CAGR) پانزده درصدی را بصورت سالیانه و در همه سطوح خود (۳D، ۴D، ...) تجربه نماید (تصاویر ۱ الی ۵).

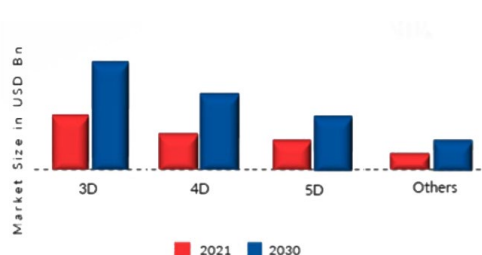
تصویر ۱. پیش بینی رشد ارزش بازار مهندسی یکپارچه





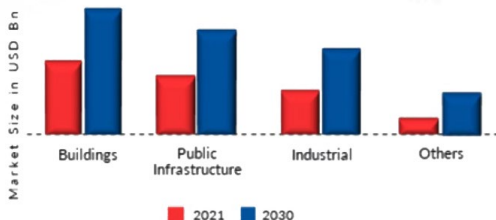
Market Growth By End User

تصویر ۲. پیش‌بینی رشد بازار مهندسی یکپارچه به تفکیک کاربری



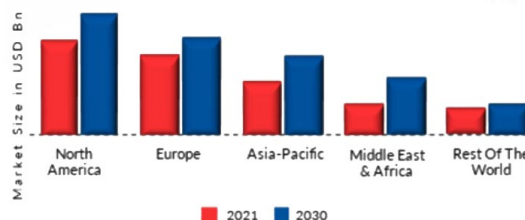
Market Growth By Software Model

تصویر ۵. پیش‌بینی رشد بازار مهندسی یکپارچه به تفکیک سطح خدمات



Market Growth By Application

تصویر ۴. پیش‌بینی رشد بازار مهندسی یکپارچه به تفکیک زمینه فعالیت



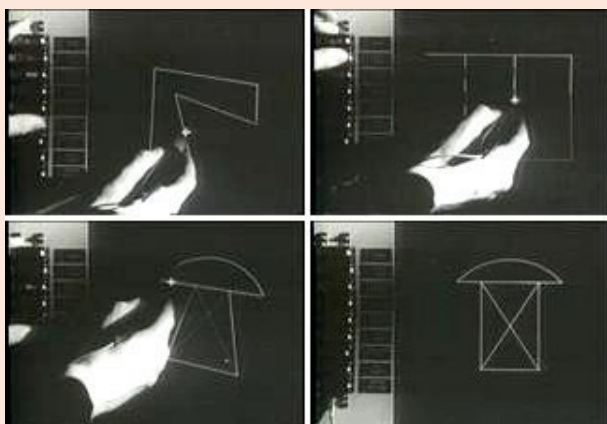
Market Growth By Region

تصویر ۳. پیش‌بینی رشد بازار مهندسی یکپارچه به تفکیک منطقه

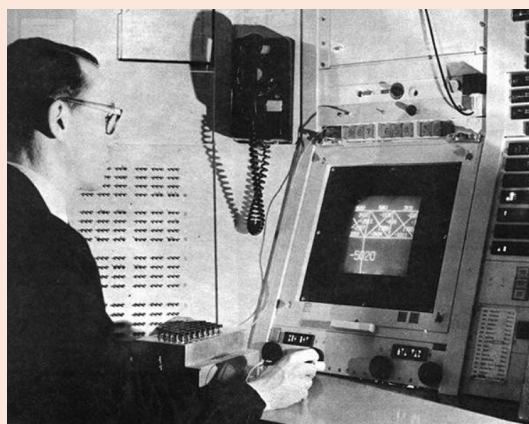
علوم کامپیوتر نبود که نام وی و پروژه‌اش (Sketchpad) را نشنیده باشد. ایده "اسکچ پد" از طریق برنامه نویسی شیء‌گرا (OOP) برای نخستین بار انسان را قادر می‌ساخت تا از طریق رابط کاربری فیزیکی (شامل قلم نوری و چند کلید) با پردازشگر تعامل مستقیم گرافیکی داشته و بنظر می‌رسید که دیگر دوران تعامل با پردازنده از طریق کارت پانچ به سر رسیده باشد. قلم نوری اسکچ پد به کاربر امکان می‌داد تا ترسیمات را مستقیماً بر روی نمایشگر انجام داده و همچنین از طریق مجموعه‌ای از کلیدها، قابلیت تغییر سایز و/یا جابجایی آن‌ها را فراهم می‌ساخت (تصاویر ۶ و ۷).

در همین راستا، شرکت مهندسی معیارسنعت خاورمیانه (ممسکو) با رصد تکنولوژی‌های بروز و کارآمد، نسبت به پیاده‌سازی فناوری‌های پیشرفته‌ای همچون مهندسی یکپارچه (تحت پلتفرم AVEVA) اقدام نموده‌است. اما به عادت معمول و پیش از توضیح بیشتر، قدری حاشیه بروم.

سال ۱۹۶۳ ایوان سادرلند تز دکترای خود را در مؤسسه فناوری ماساچوست (به اختصار، MIT) ارائه داد. تزی که می‌رفت تا نحوه تعامل انسان و ماشین را به یکباره و برای همیشه دگرگون ساخته و آن را به سطحی بالاتر ارتقا دهد. بگونه‌ای که تا سال‌ها بعد، محققى در زمینه



تصویر ۷. نمایش قابلیت‌های ترسیمی (توسط قلم نوری) در اسکچ پد



تصویر ۶. ایوان سادرلند در حال نمایش قابلیت‌های اسکچ پد (برای نخستین بار)

GPS را در کارنامه خود دارد) رفت و ایده تحول آفرین اش تقریباً به همه جا. در کمبریج CADCENTRE (بعدها به نام AVEVA) پایه‌گذاری شد. برنامه CATIA (از کمپانی Dassault Systemes) در طراحی جت‌های میراژ (و بعدها بوئینگ) بکار گرفته شد و سیستم‌های شبیه‌سازی پرواز (که می‌توان آن‌ها را مقدمه تکنولوژی واقعیت مجازی یا V.R دانست) توسعه یافتند. کمپانی‌های بزرگی نظیر Autodesk و TEKLA (بعدها به نام Trimble) پایه‌گذاری شدند و این دومینو چنان ادامه یافت که شاید بتوان گفت امروزه حتی تصور دوره پیش آن‌ها ناممکن بنظر می‌رسد (تصاویر ۸ الی ۱۰).

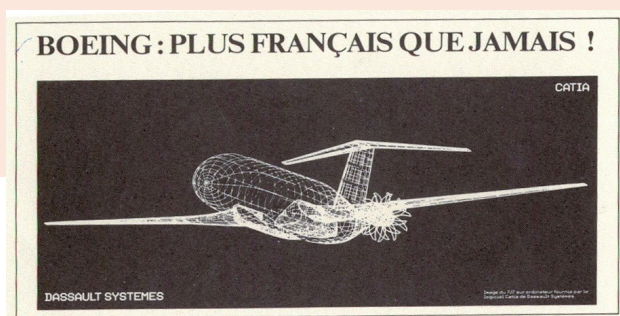
اسکچ پد از طریق قلم نوری خود می‌توانست روی نقاط اصلی (گوشه‌ها، نقاط میانی،...) Snap کند، همچنین قادر بود قیدهای هندسی را رعایت نماید (برای نمونه، خطوط را موازی و یا هم اندازه ترسیم کند) و حتی روی هر ناحیه دلخواه Zoom کند. امکاناتی مقدماتی اما بی سابقه تا آن زمان. چیزی نگذشت که کمپانی‌های مختلف و نوپا بر مبنای تز دکترای سادرلند (که امروزه از او به عنوان پدر علم گرافیک کامپیوتر نیز یاد می‌شود) موفق به توسعه برنامه‌های تجاری خود شدند. او در نهایت به سرپرستی مرکز تحقیقات پیشرفته وزارت دفاع ایالات متحده (جایی که پروژه‌های معروفی از جمله Internet و



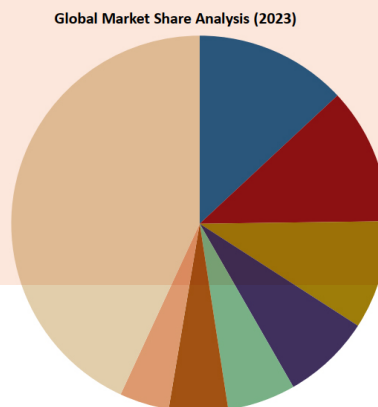
تصویر ۸. نمایشگاه COMDEX سال ۱۹۸۲ و حضور اتودسک برای معرفی AutoCAD



تصویر ۹. عرضه نخستین برنامه طراحی پلنت های صنعتی (به اختصار: PDMS) توسط CADCENTRE در سال ۱۹۷۶



تصویر ۱۰. تبلیغ بزرگ بوئینگ (در سایز نصف صفحه روزنامه) در سال ۱۹۸۶ بخاطر به خدمت گرفتن CATIA که تقریباً در تمام روزنامه‌های کثیرالانتشار فرانسه در آن زمان منتشر شد. در آن نوشته شده بود: بوئینگ: فرانسوی تر از همیشه!



Source: Company Website, Press Releases, Annual Report
Source: TMR Analysis, 2024

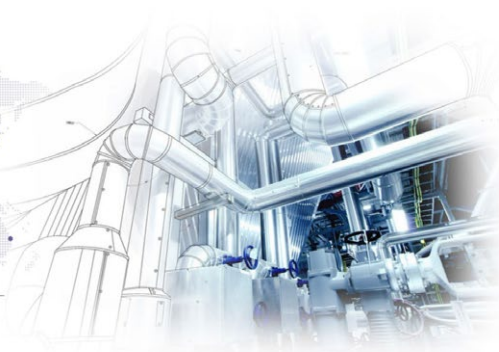
تصویر ۱۱. آنالیز تقسیم سهم بازار بر مبنای کمپانی در سال ۲۰۲۳

Empowering diverse industries

Customers in 100 countries worldwide



6,250 employees
95 global offices
30 countries



تصویر ۱۲. اینفوگرافی گستره فعالیت پلتفرم AVEVA

وسعت عملکرد و میزان تطابق گزینه‌های مختلف با صنایع، نهایتاً پلتفرم یکپارچه‌سازی قدرتمند AVEVA را به خدمت گرفته‌است. پلتفرمی که با بیش از ۴۵ سال سابقه، از اصلی‌ترین پیشگامان این حوزه از مهندسی به شمار می‌رود (تصویر ۱۲).

با توجه به ویژگی مالتی دیسپلین پلتفرم AVEVA و گستردگی آن (تصویر ۱۳) و نیز به جهت ایجاد زیرساخت مناسب جهت پیاده‌سازی صحیح و نظام‌مند، فازهای جداگانه‌ای برای پیاده‌سازی گام به گام (شامل برنامه‌ریزی، آموزش پرسنل، پروژه‌های پایلوت، جاری‌سازی در مجموعه) آن در نظر گرفته و به اجرا درآمد.

همچنین باید اشاره کرد که نام‌های مطرح و توسعه یافته در آن دوران همچنان بیش از ۶۰٪ سهم تولیدات مرتبط با مهندسی دیجیتال را به خود اختصاص می‌دهند (تصویر ۱۱).

مبحث مهندسی یکپارچه را می‌توان موج دوم دیجیتالی شدن در فرآیندهای مهندسی دانست که در سایه افزایش توان ریزپردازنده‌ها، تمرکز خود را نه تنها بر طراحی دیجیتال، بلکه بر مدیریت کلان داده‌ها و ارتباطات بین دیسپلینی نیز قرار داده است و شرکت مهندسی معیارسنعت خاورمیانه از سال ۱۴۰۱ و با درک اهمیت این موضوع نسبت به بررسی و مقایسه بازیگران اصلی این حوزه در جهت پیاده‌سازی آن اقدام نموده و پس از بررسی‌های کارشناسانه و همه جانبه درباره



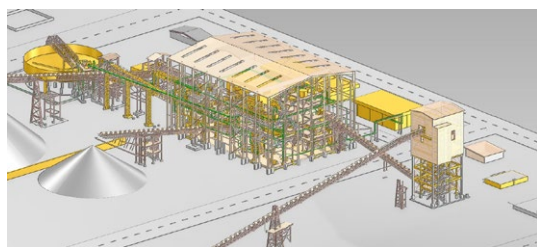
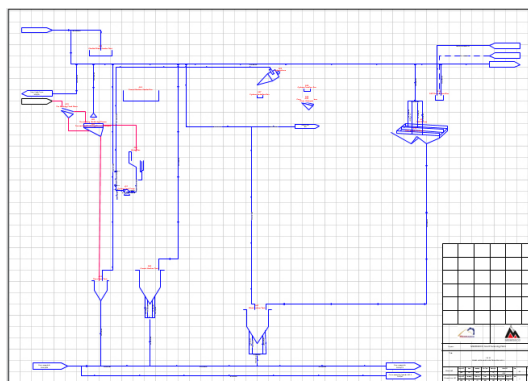
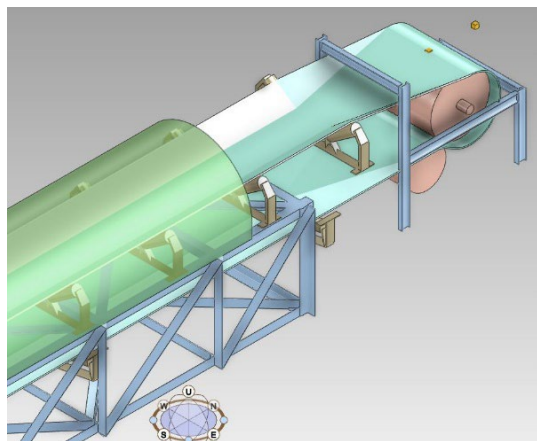
تصویر ۱۳. نمایشی از پلتفرم یکپارچه‌سازی AVEVA

در فاز بعد و به جهت اطمینان از میزان انطباق پلتفرم با نیازهای واقعی بخشهای مختلف مهندسی، یکی از پروژه‌های انجام شده در مجموعه بصورت پایلوت در قالب مهندسی یکپارچه به اجرا گذاشته شده و در طول اجرا، واحدهای مختلف مهندسی فعالیت همزمان و هماهنگ در پلتفرم را تجربه و با امکانات و چالش‌های این شیوه نوین آشنا گردیدند (تصویر ۱۵).

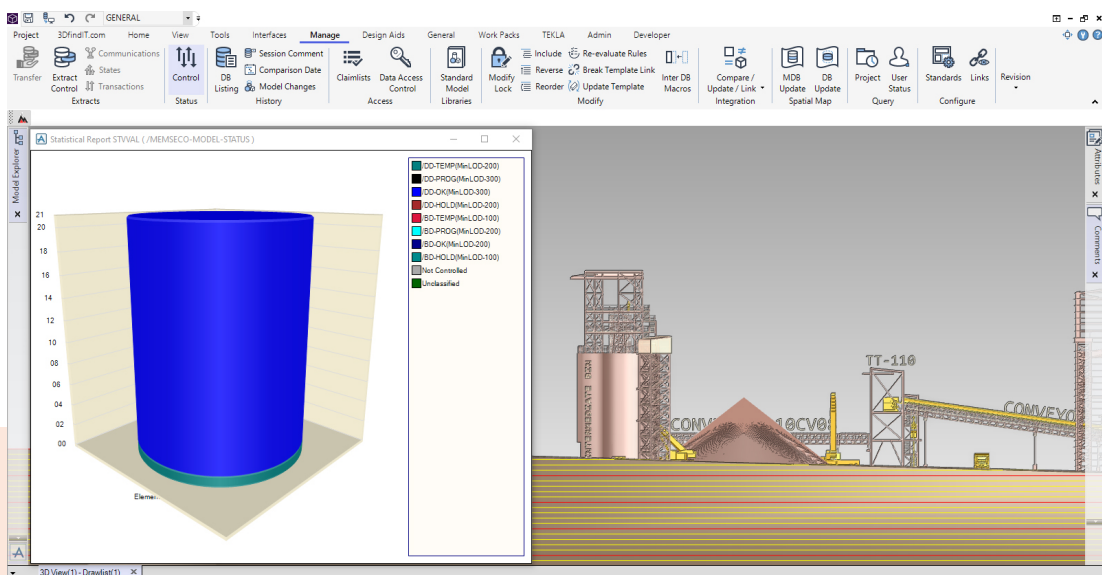
در فاز نخست پیاده‌سازی، ایجاد آمادگی در دیسیپلین‌ها از طریق تهیه و اجرای برنامه آموزشی مدون (و مختص هر دیسیپلین) در دستور کار قرار گرفت و به موازات آن، دستورالعمل‌ها، استانداردها و افزونه‌های تخصصی مورد نیاز جهت ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در فعالیت دیسیپلین‌ها تدوین و تولید گردید. در نتیجه طی این فاز، دیسیپلین‌ها علاوه بر آموزش نحوه تعامل با پلتفرم، تدریجاً با استانداردهای داخلی و بومی مجموعه نیز آشنایی پیدا نمودند (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۴. نمونه‌ای از استانداردها، دستورالعمل‌ها و افزونه‌های تدوین شده در ممسکو در راستای پیاده‌سازی دقیق پلتفرم AVEVA



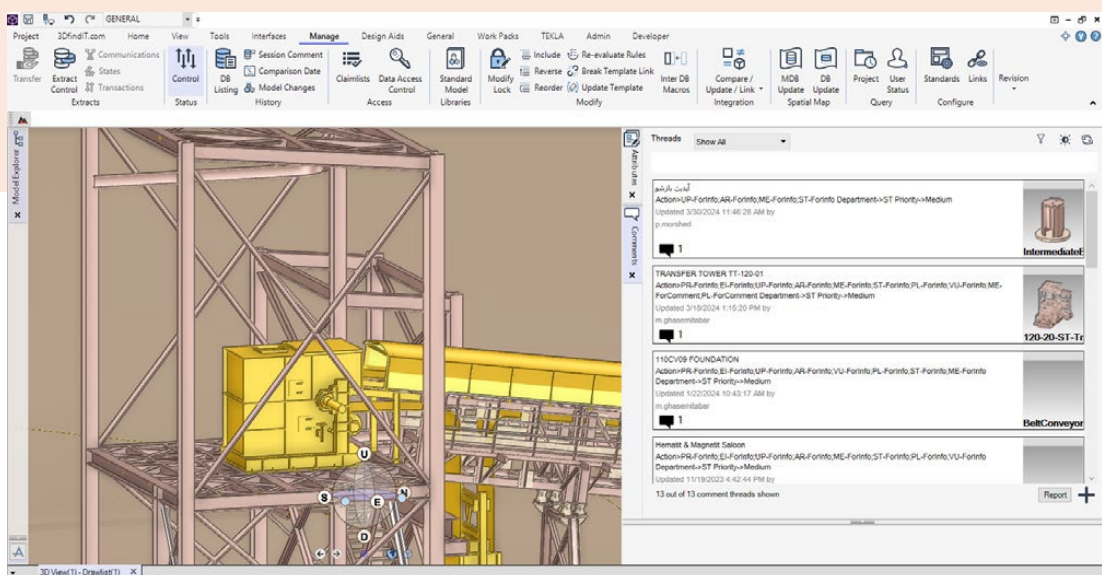
تصویر ۱۵. نماهایی از پیاده‌سازی ماژول‌های مختلف پلتفرم AVEVA در پروژه پایلوت



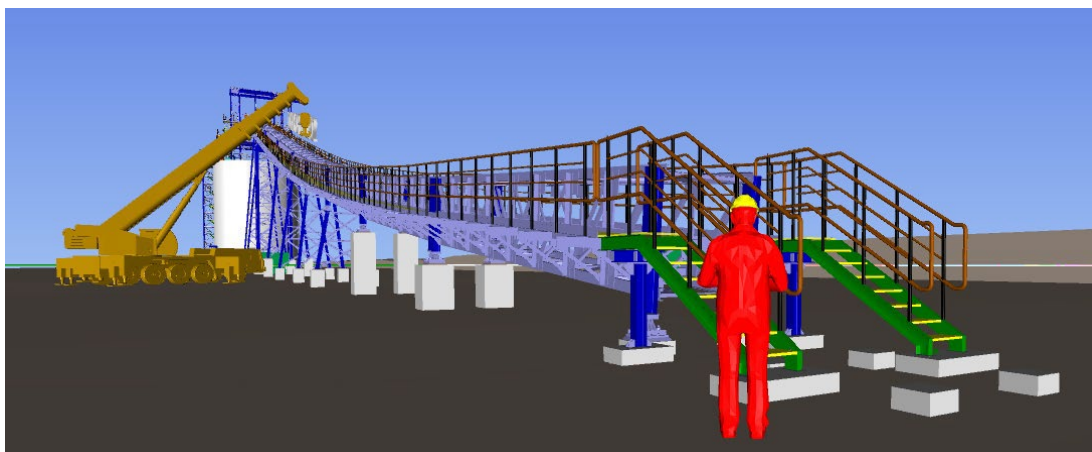
تصویر ۱۶. گزارش گیری از وضعیت پیشرفت پروژه مطابق BIM Execution Plan

پس از طی مراحل فوق (آموزش پرسنل، استانداردسازی و انجام پروژه پایلوت) و با تکمیل زیرساخت‌ها و آمادگی‌های لازم جهت فعالیت در پلتفرم یکپارچه، پروژه کنسانتره سنگ آهن بوتیا از ابتدا و مطابق برنامه اجرایی (BIM Execution Plan) مدون تحت پلتفرم AVEVA و بصورت یکپارچه میان همه دیسپلین‌ها به اجرا درآمد. انجام Clash گیری مستمر، تولید مدارک مهندسی هماهنگ، ارتباط واحدها در بستر یکپارچه و دید واحد به پروژه از دستاوردهای پیاده‌سازی این فن‌آوری نوین به شمار می‌رود (تصاویر ۱۶ الی ۱۸).

پس از طی مراحل فوق (آموزش پرسنل، استانداردسازی و انجام پروژه پایلوت) و با تکمیل زیرساخت‌ها و آمادگی‌های لازم جهت فعالیت در پلتفرم یکپارچه، پروژه کنسانتره سنگ آهن بوتیا از ابتدا و مطابق برنامه اجرایی (BIM Execution Plan) مدون تحت پلتفرم



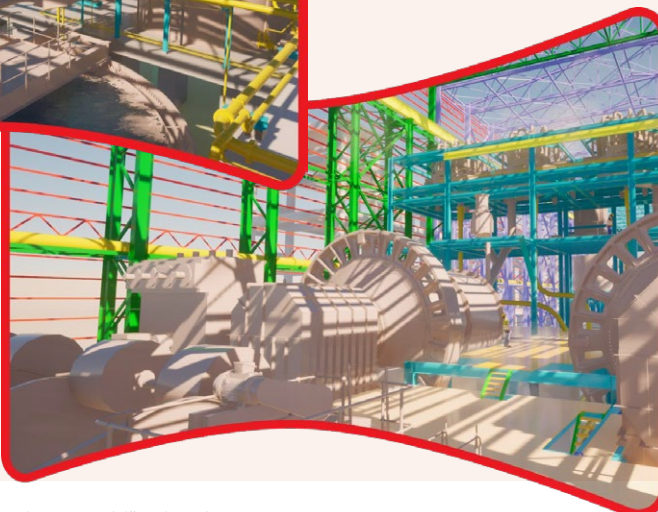
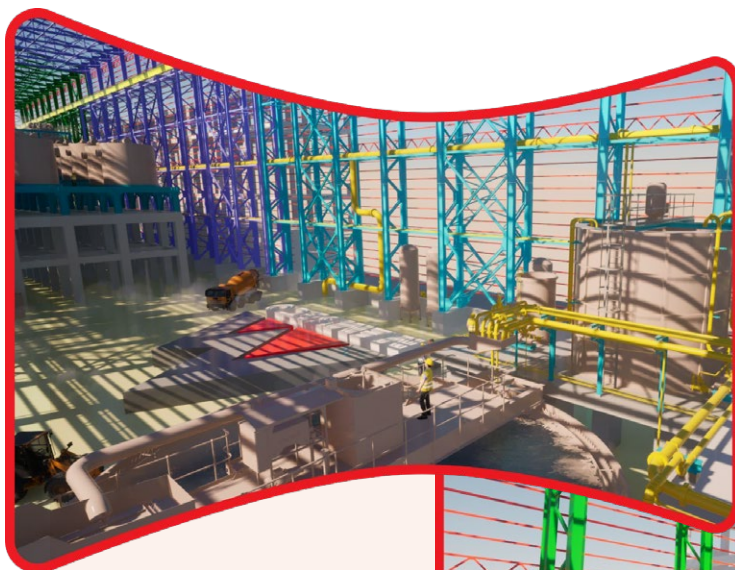
تصویر ۱۷. بررسی، کامنت‌گذاری و رفع Clash‌های بین دیسپلینی توسط دیسپلین‌ها



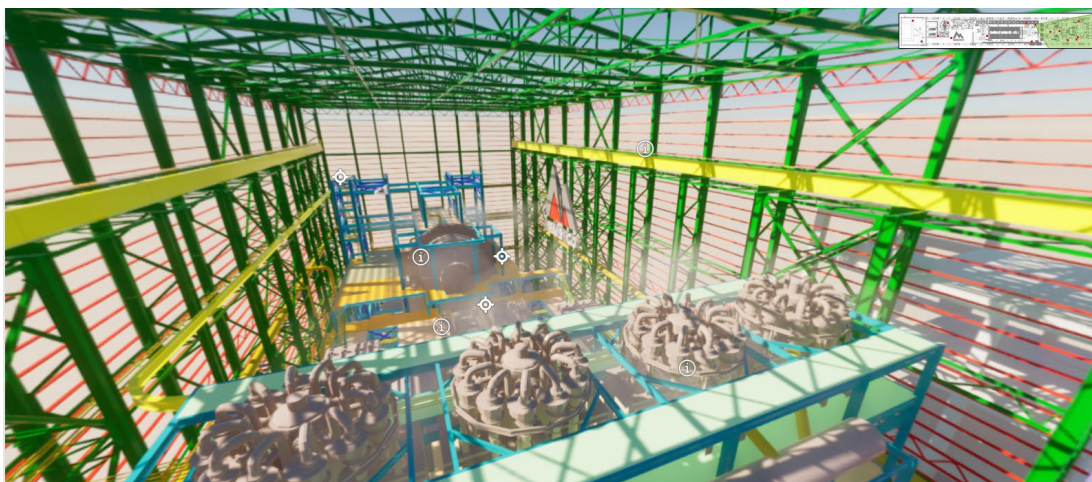
تصویر ۱۸. انجام Model Review در مدل یکپارچه و دقیق پروژه

تلفن همراه خود اسکن و لینک مربوطه را باز نمایید. پس از باز شدن لینک، امکان جابجایی بین نقاط از پیش تعریف شده پروژه و نیز مشاهده اطلاعات درج شده بر روی قسمت‌های مختلف آن میسر خواهد بود (تصاویر ۲۰ و ۲۱) :

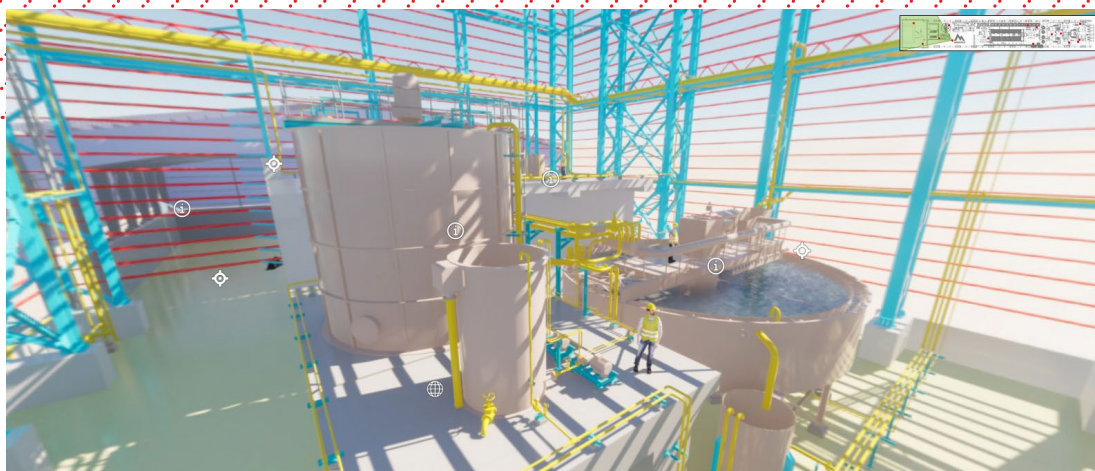
علاوه بر این، از طریق پیاده‌سازی قابلیت تور مجازی یکپارچه و با ایجاد محیط کنترل شده سه‌بعدی، قابلیت دسترسی سریع، آسان و با کیفیت بر روی همه پلتفرم‌ها (PC, Android, iOS, VR Headset) فراهم گردید (تصویر ۱۹). برای مشاهده نمونه این قابلیت، کد زیر را توسط دوربین



تصویر ۱۹. پیاده‌سازی قابلیت تور مجازی یکپارچه



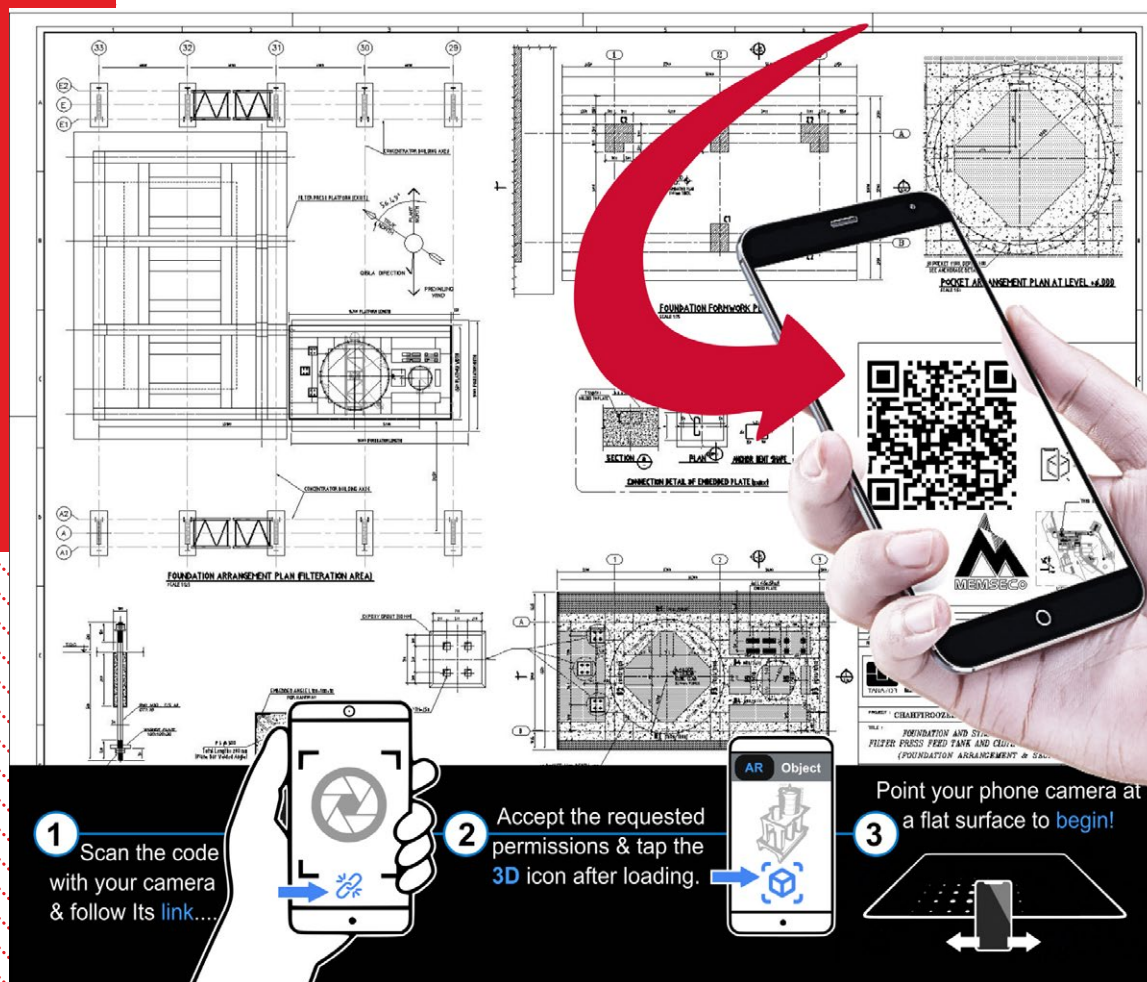
تصویر ۲۰



تصویر ۲۱

این نوشتار، نمونه‌ای از آن در خاتمه آورده می‌شود. به این منظور، کافیسست QR Code واقعیت افزوده مدرک (تصویر ۲۲) از طریق دوربین تلفن همراه اسکن و لینک مربوط به آن باز شود (در صورت لزوم، دسترسی‌های خواسته شده داده شود). پس از چند لحظه، مدل سه بعدی روی تلفن همراه نمایش داده خواهد شد.

در ادامه، ممسکو با هدف ارائه پیشگامانه‌ترین خدمات مهندسی و حضور در بروزترین حوزه‌ها، نسبت به پیاده‌سازی فن‌آوری مرتبط با واقعیت افزوده (A.R) اقدام نموده‌است. در این حوزه، امکان بررسی و مشاهده پیش از ساخت مدل در فضای واقعی نیز فراهم می‌گردد. به جهت ایجاد تجربه این قابلیت برای خوانندگان محترم

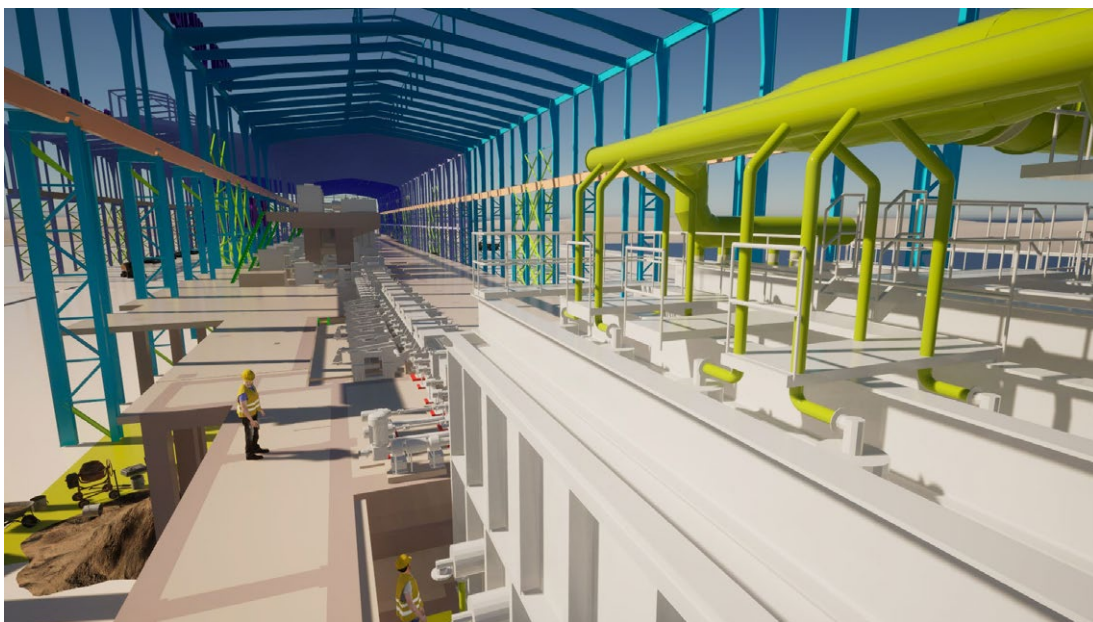


تصویر ۲۲. نمونه‌ای از پیاده‌سازی قابلیت واقعیت افزوده در مدارک مهندسی

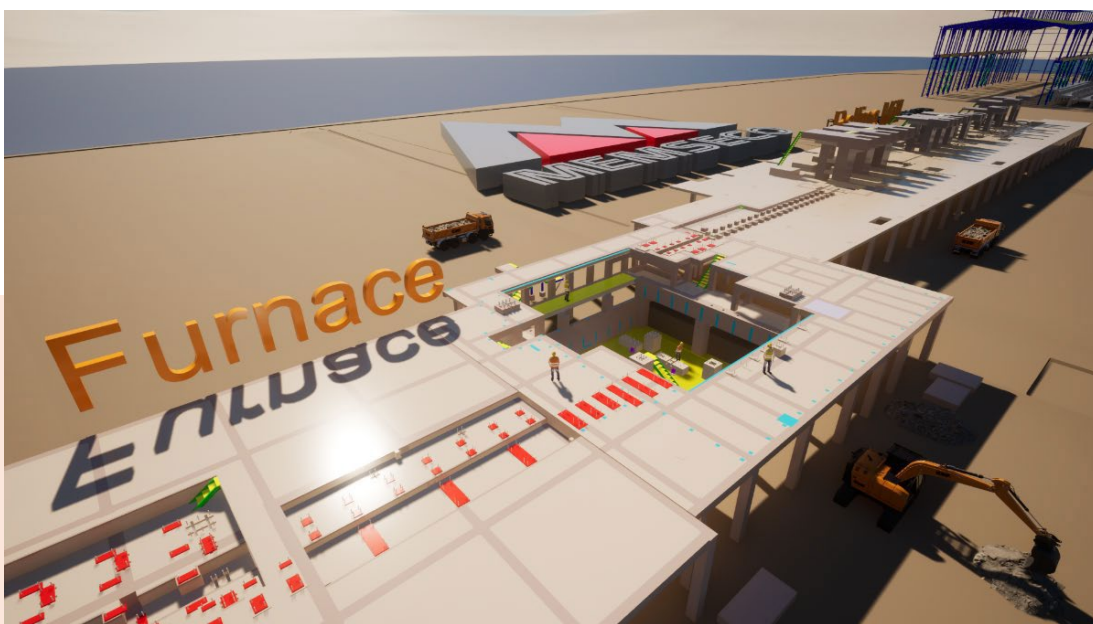
یکپارچه در دیسپلین‌های مهندسی در حال انجام می‌باشد (تصاویر ۲۳ و ۲۴).

نهایتاً و با تمامی این تفصیلات، باید اشاره نمود که یکپارچه‌سازی و BIM بیش از هرچیز، یک فرهنگ است. مفاهیمی که با توجه به روند مهندسی در هر سازمان، ابزار پیاده‌سازی ویژه خود را طلب کرده و در صورت جاری‌سازی صحیح و اصولی، از طریق ایجاد هماهنگی همه جانبه، به افزایش دقت، سرعت و بهره‌وری بر مبنای پیشرفته‌ترین تکنولوژی‌های روز جهان خواهد انجامید.

سپس برای مشاهده آن در فضای واقعی (حالت واقعیت افزوده)، گزینه پایین آن (View in your space) را انتخاب و دوربین تلفن همراه را به سمت یک سطح صاف (مانند میز، زمین، ...) گرفته و قدری صبر نمایید تا سطح مورد نظر تشخیص داده شود، سپس مدل در فضای واقعی و روی سطح مذکور قرار خواهد گرفت. در این مرحله و با حرکت دادن گوشی تلفن همراه می‌توان در اطراف مدل به آسانی حرکت نمود. گفتنی است که در حال حاضر، پروژه نورد قانات (GNR) بر بستر AVEVA و بصورت



تصویر ۲۳. نماهایی از یکپارچه‌سازی در پروژه نورد قائنات



تصویر ۲۴. نماهایی از یکپارچه‌سازی در پروژه نورد قائنات

پروژه‌ها؛ چشمه‌های جوشان دانش

فرید آقالر

کارشناس سیستم‌ها و روش‌ها

پروژه‌ها، فعالیت‌های موقتی هستند که به منظور ایجاد یک محصول، خدمت یا یک نتیجه منحصر به فرد ایجاد می‌شوند. یکی از شاخه‌هایی که می‌بایست مدیریت دانش در آن عملی گردد، در سطح مدیریت پروژه است. در اجرای پروژه‌ها، مدیریت دانش با موفقیت پروژه ارتباط مستقیمی دارند. در هر پروژه دانش جدیدی از اطلاعات مختص پروژه ایجاد می‌شود که در پایان پروژه، در صورتی که سیستمی برای نگهداری آن دانش پیش‌بینی نشده باشد از بین می‌رود و یا به سختی قابل دستیابی و بازیابی مجدد خواهد بود.

در واقع مدیریت دانش پروژه عبارت است از مدیریت دانش در موقعیت و شرایط ویژه یک پروژه و ایجاد ارتباط مابین اصول مدیریت دانش و مدیریت پروژه.



اهمیت مدیریت دانش پروژه

پروژه یکی از ابزارهایی است که سازمان‌ها می‌توانند با استفاده از آن بر محدودیت‌های عملیاتی خود غلبه کرده و به اهداف استراتژیک خود برسند. امروزه حجم پروژه‌ها به صورت فزاینده‌ای در حال افزایش است. دانش حاصل شده از یک پروژه و تجربیات آن می‌تواند باعث برنامه ریزی‌های دقیق‌تر در پروژه‌های بعدی سازمان شده و به انجام بهتر آن‌ها کمک کند. علاوه بر این استفاده از این دانش می‌تواند تحرک و پویایی کسب و کار سازمان را به دنبال داشته باشد. به همین جهت مدیریت دانش در پروژه‌ها بسیار ضرورت دارد. به دلیل ماهیت پروژه‌ها و موقتی بودن آن‌ها، مدیریت دانش پروژه‌ها اهمیتی مضاعف پیدا می‌کند؛ چراکه باعث حفظ یکی از ارزشمندترین دارایی‌های هر پروژه، یعنی دانش پروژه خواهد شد.

در مدیریت پروژه، محدودیت زمان و منابع یکی از عمده‌ترین چالش‌هاست. با وجود چنین محدودیت‌هایی دیگر وقت و منبع کافی برای دوباره کاری وجود ندارد. یک راه پرهیز از دوباره کاری استفاده مجدد از دانش است. اصل اولیه در این امر کسب و مستندسازی دانش خلق شده در پروژه‌های پیشین است. در این صورت دانش افرادی که سازمان را پس از اتمام پروژه ترک می‌کنند در سازمان باقی خواهد ماند.

موانع و چالش‌های مدیریت دانش پروژه

به دلیل ماهیت پروژه‌ها و برخی تفاوت‌های آن‌ها با سایر فرایندهای کاری یک سازمان، مدیریت دانش در یک پروژه با موانع خاصی روبرو است. اصلی‌ترین این موانع عبارت‌اند از:

- منحصر به فرد بودن و موقتی بودن پروژه‌ها باعث عدم ظهور حافظه سازمانی شده و در نتیجه مانع یادگیری سازمانی می‌شود.

- ناپیوستگی و متغیر بودن محتوای فعالیت و ترکیب تیم‌ها، باعث عدم انسجام و یکپارچگی دانش فردی و سازمانی می‌شود. خصوصاً که اکثر دانش‌های تولید شده در پروژه به صورت دانش ضمنی و در ذهن افراد و اعضای تیم است.
- پروژه‌ها برخلاف فرایندهای سازمانی، فاقد سازوکارهای طبیعی یادگیری هستند.
- دانش و تجاربی که بر اساس آن‌ها تصمیمات کلیدی پروژه اتخاذ می‌شود، معمولاً مستند و ثبت نمی‌شوند.
- صرفاً مستنداتی ضیط می‌شوند که کاربردهای حقوقی-مالی دارند.
- مسئولان جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات پروژه، نیازهای کاربران دانشی پروژه را نمی‌دانند.

مزایای مدیریت دانش پروژه

اصلی‌ترین مزایای مدیریت دانش در پروژه به شرح زیر است:

- (۱) افزایش بهره‌وری در نتیجه بکارگیری تجارب و دانش پروژه‌های گذشته
- (۲) جلوگیری از تکرار مجدد خطاها و دوباره کاری‌ها
- (۳) تخصیص بهینه و صحیح منابع بر اساس شناخت به دست آمده از متخصصان، اعضای تیم پروژه و صلاحیت‌های دانشی افراد
- (۴) گردآوری آموخته‌های حاصل شده در طول پروژه و در انتهای آن و ایجاد پایگاه‌های دانشی
- (۵) رده بندی دانشی کارکنان، تعلق سازمانی بهتر آن‌ها و تشویق آن‌ها به دانش آفرینی
- (۶) ایجاد راهکارهایی برای سنجش بهتر عملکرد پروژه

مدیریت دانش پروژه در سازمان ها و شرکت های مطرح



۳. DOE

دپارتمان انرژی ایالات متحده آمریکا، با نیل به اهمیت مدیریت پروژه های خود و با هدف استخراج دانش و تجربیات پروژه ها و ثبت آن ها، از یک سیستم مبتنی بر وب استفاده می کند تا بتواند فرایند اشتراک گذاری دانش و اطلاعات میان دفاتر مرکزی، پیمانکاران اصلی و پیمانکاران فرعی پروژه ها را تسهیل نماید. هدف این دپارتمان از طراحی این سیستم، استخراج و مدیریت دانش پروژه های خود و استفاده از آن ها برای بهبود عملکرد پروژه های مشابه بعدی، بهبود فرایند تصمیم گیری و کاهش شرایط خطر است.



۴. شرکت SHELL

شل یک شرکت بین المللی در بخش اکتشاف و تولید صنایع نفت و گاز با بیش از ۶۰ هزار پرسنل است. این شرکت بر اساس یک طرح مدیریت دانش (از جمله مدیریت دانش پروژه) یک سیستم دانشی و مدل آموزشی جدید ایجاد کرده است. بر اساس این مدل، کارکنان به سراغ یادگیری آن چیزی می روند که برای اجرای کار خود به آن نیاز دارند. به این صورت بهره وری آموزش بسیار بالا می رود. در دوره های آموزشی شل، کارکنان با بکارگیری تجربیات و دانش مستند شده از پروژه های پیشین، قادر به بکارگیری روش های مناسب و بهینه برای بهبود برنامه ریزی پروژه های جدید خواهند شد.

گفتنی است که این شرکت در سال ۲۰۰۰، با استفاده از این مدل آموزشی مبلغ ۲۰۰ میلیون دلار صرفه جویی ایجاد کرده است.



۵. شرکت Intel

اینتل، یک شرکت چندملیتی آمریکایی است که در زمینه تولید و طراحی انواع مختلف سخت افزار رابانه ای فعالیت می کند. در پی انجام طرح مدیریت دانش پروژه در این شرکت، مسئولان این شرکت به منظور شناسایی دانش و تجربیات اساسی و کلیدی در پروژه های خود و به اشتراک گذاری آن با دیگر کارکنان، از افرادی به

۱. NASA



سازمان ملی هوانوردی و فضایی آمریکا که به اختصار ناسا نامیده می شود، بزرگترین سازمان فضایی در سراسر جهان است. پروژه های توسعه پژوهش های فضایی یکی از اصلی ترین فرایندهای کاری این سازمان است. بخش کثیری از فعالیت های اصلی این سازمان در قالب پروژه ها و توسط تیم های تخصصی گوناگون انجام می شود. بدیهی است که مدیریت دانش پروژه در این سازمان امری حیاتی است. در گزارش حادثه فضاپیمای کلمبیا، اشاره شد که یکی از دلایل وقوع این حادثه عدم بکارگیری مناسب دروس آموخته در پروژه مشابه قبلی بوده است.

این سازمان با استفاده از سازوکارهای دانشی، یکپارچه سازی داده کاوی و بهره گیری از سیستم های خبره، به دنبال یکپارچه سازی مدیریت دانش و مدیریت چرخه عمر پروژه است. سیاست مدیریت پروژه ناسا در استخراج درس آموخته های پروژه های انجام شده از طریق جلسات بازنگری پس از اقدام، سازماندهی و استفاده از آن ها برای پروژه های فعلی و آینده است.

۲. BP (بریتیش پترولیوم)



شرکت نفت انگلیس با بیش از ۸۰ هزار پرسنل، یکی از بزرگترین شرکت های تامین انرژی در جهان است. مدیریت این شرکت صراحتاً تأکید می نمایند که دانش و به اشتراک گذاری دانش، نقشی مهم و اساسی در یادگیری و عملکرد سازمانی این شرکت ایفا می کند و ارزش و اهمیت دانش را در رقابت پذیری طولانی مدت خود کاملاً به رسمیت می شناسند. یکی از فرایندهای مدیریت دانش این شرکت شناسایی و کسب دانش است. از جمله راهکارهای شرکت بریتیش پترولیوم در انجام این فرایند، شناسایی و استخراج درس آموخته های پروژه ها و طرح ها و مستندسازی آن ها در پایگاه دانشی خود است. سیاست این شرکت برای انجام این کار، استفاده از چرخه یادگیری است. به این صورت که کارکنان قبل از شروع پروژه، با استفاده از یادگیری پیش از اجرای پروژه (کمک گرفتن از همکاران) و یادگیری در حین اجرا با برنامه ریزی و تحلیل عملکرد واقعی، دانش پروژه را مدیریت می نمایند.

نام مشاوران دانش استفاده می‌کنند. در روند مدیریت دانش پروژه‌ها در این شرکت، حدود ۳۰ ساعت مصاحبه با کارکنان و افراد حاضر در هر تیم پروژه توسط مشاوران دانش انجام می‌شود. در این مصاحبه‌ها، با استفاده از تکنیک‌های دانشی، آموخته‌های مهم تیم پروژه در طول مراحل مختلف پروژه ثبت می‌شود که اصطلاحاً این فرایند را "برداشت دانش" نامیده اند.

سیاست شرکت اینتل، درگیر کردن گروه مشاوران دانش خود در پروژه‌های مختلف برداشت دانش است که باعث می‌شود این افراد نسبت به نیازمندی‌های دانش و نیز منابع درس آموخته‌های هر پروژه آگاهی کامل پیدا کنند. مشاوران دانش در اینتل، دانش برداشت شده را در قالب نشریه‌ای به نام "هسته دانش" چاپ و منتشر می‌کنند.



۶. MWH

MWH، بزرگترین پیمانکار پروژه‌های توزیع آب، تصفیه فاضلاب، انرژی آبی و سایر پروژه‌های آبی آمریکا است. این شرکت به پروژه‌های خود به عنوان فرصت‌هایی برای آموزش و راهنمایی می‌نگرد. از همین رو و در پی طرح ریزی برنامه مدیریت دانش پروژه‌ها در این شرکت، مدلی تحت عنوان مدل استاد شاگردی برای مدیریت چرخه دانش در پروژه‌ها طراحی و تدوین شده است. در این مدل افرادی که تجربه حضور در پروژه‌های مشابه قبلی را دارند، به عنوان مربی تعدادی از افراد تازه کار را تحت پوشش خود قرار می‌دهند و در روند انجام پروژه جدید، تجربیات و دانش نحوه اجرای عملی کار را منتقل می‌کنند. اینگونه آموزش‌های حین کار، نوعی دانش کاربردی را منتقل میکنند که کتاب‌ها توانایی آموزش آن را ندارند.

همانگونه که مطرح شد، امروزه اکثر شرکت‌های بزرگ بین‌المللی در هر حوزه و گستره فعالیتی، به اهمیت مدیریت دانش پروژه‌های خود پی برده اند. این شرکت‌ها غالباً از طریق همکاری با گروه‌های تخصصی مدیریت دانش، بر حسب ماهیت و نیاز سازمانی خود اقدام به طراحی و اجرای برنامه‌های مدیریت دانش پروژه نموده اند. انجام مدیریت دانش پروژه توسط گروه‌های متخصص مدیریت دانش برای شرکت‌ها و سازمان‌ها، راهکاری برای بهبود فرایندهای شغلی و افزایش کارآمدی فرایندهای سازمانی است.

منابع

- "مدیریت دانش پروژه". اداره کل پژوهش و توسعه منابع انسانی شرکت ملی صنایع پتروشیمی
- موسی خانی، محمد؛ زارع میرک آبادی، علی. "مدیریت دانش ضمنی و تجربیات پروژه". کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه
- ربیعی موغاری، مرضیه (۱۳۹۲). "شناسایی و رتبه‌بندی سازوکارهای مدیریت دانش پروژه". (پایان نامه کارشناسی ارشد). موسسه آموزش عالی مهر البرز
- "مدل‌های مدیریت درس آموخته‌ها در سازمان‌های پروژه محور در دنیا". موسسه مدیریت پروژه آریانا
- Kaj U. Koskinen and Pekka Pihlanto. "Knowledge Management in Project-Based Companies". Palgrave Macmillan
- Mariya Terzieva (2014). "Project Knowledge Management: how

اخبار اردیبهشت ماه سیستم ها و روش ها در میدکو

در راستای بهره‌گیری مؤثرتر از ظرفیت‌های تخصصی سرمایه انسانی در هلدینگ میدکو، پلتفرم درون سازمانی «میدلنسر» با هدف توسعه همکاری‌های پروژه محور در سطح شرکت‌های میدکو راه اندازی شده است. این پروژه با راهبری مدیریت سیستم‌ها و روش‌ها در ستاد مرکزی هلدینگ میدکو و با اجرای شرکت پژوهش و نوآوری فرتاک ایرانیان طراحی و پیاده‌سازی شده است.

میدلنسر بستری دیجیتال است که امکان برون سپاری پروژه‌های تخصصی شرکت‌های زیرمجموعه هلدینگ میدکو را فراهم می‌کند. در این پلتفرم، شرکت‌ها می‌توانند نیازها و پروژه‌های خود را ثبت کنند و کارکنان علاقه‌مند نیز با ایجاد پروفایل تخصصی، مهارت‌ها و تجربیات حرفه‌ای خود را معرفی کرده و برای همکاری در پروژه‌های مرتبط اعلام آمادگی نمایند.

این سازوکار فرصت مناسبی را فراهم می‌آورد تا کارکنان، در زمان‌های غیرکاری خود، در پروژه‌های تخصصی متنوع مشارکت داشته باشند، تجربیات حرفه‌ای خود را گسترش دهند و از مزایای همکاری پروژه‌ای بهره‌مند شوند. از سوی دیگر، شرکت‌های میدکو نیز می‌توانند با سرعت و دقت بیشتری به ظرفیت‌های تخصصی موجود در مجموعه دسترسی پیدا کنند.

پلتفرم میدلنسر با هدف افزایش چابکی سازمان، تقویت تعاملات بین شرکتی و بهره‌برداری حداکثری از دانش و مهارت‌های موجود در خانواده بزرگ میدکو توسعه یافته است و انتظار می‌رود با مشارکت فعال کارکنان، به بستری مؤثر برای اجرای پروژه‌های تخصصی در سطح گروه تبدیل شود.

از تمامی کارکنان و علاقه‌مندان دعوت می‌شود برای آشنایی بیشتر با این سامانه و مشاهده پروژه‌های فعال، به نشانی www.midlancer.ir مراجعه کرده یا از طریق QR کد درج شده وارد سامانه شوند و با تکمیل پروفایل تخصصی خود، در فرصت‌های همکاری پروژه‌ای مشارکت نمایند.

دعوت از کارکنان برای
مشارکت در پروژه‌های
تخصصی از طریق پلتفرم
«میدلنسر»



www.midlancer.ir

فرصت‌های پروژه‌ای با
میدلنسر

فریلنسری میدکو پلتفرس برای همکاری پروژه‌ای
افزایش مهارت و تجربه

چرا در پلتفرم فریلنسری میدکو ثبت نام کنیم؟

- درآمد مکمل
- رشد حرفه‌ای
- کسب تجربه عملی
- دیدن متنوع استعدادهای
- ارتباط با مدیران پروژه

www.midlancer.ir

حضور همکاران امور سیستم‌ها و روش‌ها در شرکت‌های ذیل به منظور ارزیابی پیشرفت برنامه‌های سیستم‌ها و روش‌ها

شرکت کارآوران صنعت خاورمیانه،
مجمع معدن سنگ آهن
جلال آباد زرند

(۱۴۰۵/۰۱/۲۳)





شرکت فولاد زرند ایرانیان،
مجمع تولید کنسانتره
و گندله سازی زرند

(۱۴۰۵/۰۱/۳۰)



برگزاری جلسه کمیته راهبری
سیستم‌ها و روش‌ها
در ستاد هلدینگ میدکو

(۱۴۰۵/۰۱/۲۴)



برگزاری جلسه معرفی پلتفرم
میدلنسر در ستاد هلدینگ میدکو
به صورت آنلاین
و با حضور نمایندگان
شرکت‌های تابعه

(۱۴۰۵/۰۲/۰۷)



