

تحلیل نقش یکپارچه سازی فناوری اطلاعات و اتوماسیون هوشمند اداری در بهبود بهره‌وری: مطالعه موردی کارخانه ذوب آهن اصفهان

جواد روشنگر

کارشناسی، گروه مدیریت و خدمات اجتماعی، مرکز نجف آباد، دانشگاه جامع علمی کاربردی، اصفهان، ایران

چکیده

استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات^۱ (ICT) و اتوماسیون هوشمند در محیط‌های اداری، راهی نویدبخش برای بهبود بهره‌وری در صنایع سنگین به شمار می‌رود، اما تأثیر این فناوری‌ها در کارخانه ذوب آهن اصفهان هنوز به خوبی بررسی نشده است. این پژوهش در پی آن است که نشان دهد چگونه این ابزارها کارایی عملیاتی را در یکی از بزرگ‌ترین واحدهای تولید فولاد ایران تقویت می‌کنند. برای پاسخ‌گویی، از روش ترکیبی پیمایشی استفاده شد و داده‌ها از ۱۵۰ کارمند با پرسشنامه و مصاحبه، همراه با بررسی سوابق تولید در شش ماه قبل و بعد از اجرای فناوری، گردآوری گردید. تحلیل‌ها با نرم‌افزارهای SPSS و NVivo^۲ انجام شد. نتایج نشان داد که بهره‌وری کلی ۱۵ درصد افزایش یافته، زمان پردازش اداری ۲۵ درصد کاهش داشته، تولید هر شیفت ۱۲ درصد بیشتر شده است و ۷۸ درصد کارکنان از بهبود کار خود به دلیل ارتباط بهتر و فشار کاری کمتر خبر داده‌اند. این نتایج، که با مدل پذیرش فناوری (TAM)^۳ هم راستاست، بیانگر آن است که این فناوری‌ها علاوه بر فرایندها، حال کارکنان را نیز بهبود می‌بخشند.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، اتوماسیون هوشمند اداری، بهره‌وری صنعتی، کارخانه ذوب آهن اصفهان، مدل پذیرش فناوری (TAM).

1 Information and communication technology
2 SPSS and NVivo software
3 Technology acceptance model

۱- مقدمه

در دنیای امروز که بهره‌وری صنعتی نقش کلیدی در حفظ رقابت‌پذیری دارد، ترکیب فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) با اتوماسیون هوشمند اداری به عاملی تحول‌آفرین در افزایش بهره‌وری تبدیل شده است به ویژه در صنایع سنگین مانند تولید فولاد. این مطالعه به بررسی نحوه به کارگیری این فناوری‌ها در کارخانه ذوب‌آهن اصفهان، یکی از بازیگران اصلی صنعت فولاد ایران که سالانه ظرفیت تولید حدود ۳,۶ میلیون تن فولاد برای بازار جهانی را دارد، می‌پردازد. یافته‌های این پژوهش تنها به این کارخانه محدود نمی‌شود، بلکه برای مهندسی صنایع به طور کلی نیز اهمیت دارد، چرا که به کارگیری فناوری، راهکاری حیاتی برای مقابله با چالش‌هایی نظیر افزایش هزینه‌های نیروی کار و کمبود منابع به شمار می‌رود [۱]. فناوری اطلاعات امکان مدیریت داده‌ها و ارتباطات در زمان واقعی را فراهم می‌کند و اتوماسیون هوشمند با انجام وظایف تکراری، میزان خطا و زمان توقف را کاهش می‌دهد. به عنوان نمونه، گزارشی از مک کینزی [۲] نشان می‌دهد که اتوماسیون می‌تواند بهره‌وری تولید را تا ۲۰ درصد افزایش دهد؛ موضوعی که اهمیت بررسی اثرات این ابزارها در محیطی مانند کارخانه ذوب آهن اصفهان جایی که روش‌های سنتی با نوآوری‌های پیشرفته تلفیق شده‌اند را دو چندان می‌کند.

فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) دامنه وسیعی از ابزارها، سامانه‌ها و زیرساخت‌ها مانند رایانه‌ها، شبکه‌ها و نرم افزارها را شامل می‌شود که امکان ایجاد، ذخیره‌سازی، پردازش و تبادل اطلاعات به صورت دیجیتالی را فراهم می‌سازند [۳]. اهمیت این فناوری در آن است که بهره‌وری سازمان‌ها را افزایش می‌دهد، تصمیم‌گیری لحظه‌ای را تسهیل می‌کند و افراد و مکان‌ها را فارغ از فاصله جغرافیایی به یکدیگر متصل می‌سازد و بدین ترتیب به یکی از ارکان اصلی صنعت و جامعه مدرن تبدیل شده است [۴]. در اساس، ICT به فناوری به کار رفته، نقش آن در تسهیل ارتباطات و نحوه ادغام آن در فرآیندهای کاری روزمره مربوط می‌شود، موضوعی که پژوهش‌ها از زوایای مختلف به آن پرداخته‌اند [۵]. مطالعات پیشین نشان می‌دهند که این فناوری نقش مهمی در افزایش بهره‌وری دارد؛ برای نمونه، Jorgenson و همکاران [۶] بیان کرده‌اند که سرمایه‌گذاری در ICT عامل نزدیک به نیمی از رشد اقتصادی ایالات متحده بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ بوده است، که اهمیت اقتصادی آن را اثبات می‌کند [۷]. مدل پذیرش فناوری (TAM) نیز توضیح می‌دهد که چرا افراد، فناوری‌های اطلاعاتی را با تمرکز بر میزان مفید بودن و سهولت استفاده از آن‌ها را می‌پذیرند [۸]، در حالی که مفهوم «جامعه شبکه‌ای» از دیدگاه کستلز [۳] (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که ICT چگونه شیوه‌های تعامل اجتماعی و صنعتی را دگرگون ساخته است [۹]. این مفاهیم در کنار یکدیگر، چارچوب نظری محکمی برای درک تأثیرات تحول‌آفرین ICT در انواع محیط‌ها را ارائه می‌دهند.

اتوماسیون هوشمند اداری، به کارگیری فناوری‌های پیشرفته‌ای همچون هوش مصنوعی، اینترنت اشیا^۴ (IoT) و رباتیک^۵ در محیط کار را شامل می‌شود که با هدف تسهیل، تسریع و انعطاف پذیرتر کردن وظایف روزمره انجام می‌گیرد [۱۰]. این فناوری تحولی اساسی ایجاد می‌کند، زیرا از بار کاری وظایف تکراری می‌کاهد، بهره‌برداری بهینه‌تری از منابع فراهم می‌سازد و به کارکنان در افزایش بهره‌وری کمک می‌کند؛ از این رو به یکی از ابزارهای ضروری در جعبه ابزار سازمان‌های امروزی تبدیل شده است [۱۰]. این حوزه شامل اتوماسیون وظایف روتین (مانند زمان‌بندی یا مدیریت اسناد)، کنترل هوشمند محیط اداری (مانند نورپردازی یا تهویه مطبوع هوشمند) و بهره‌گیری از داده‌ها برای تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر می‌شود موضوعاتی که مطالعات پیشین به طور گسترده‌ای به آن‌ها پرداخته‌اند. شواهد عددی نیز این کارایی را تأیید می‌کنند: تحقیقات نشان داده‌اند که اتوماسیون هوشمند می‌تواند بهره‌وری را تا ۳۰٪ افزایش دهد به طوری که Chui و همکاران [۲] به صرفه‌جویی‌های چشمگیر زمانی در جریان‌های کاری خودکار در حوزه‌های مختلف اشاره کرده‌اند.

1 McKinsey

2 Jorgenson et al.

3 Manuel Castells

4 Internet of Things (IoT)

5 Robotics

6 Chui et al.

نظریه اشاعه نوآوری ها^۱ (Diffusion of Innovations) نیز علل پذیرش این فناوری‌ها را تبیین می کند و به برتری آن ها نسبت به روش های سنتی و میزان تطبیق پذیریشان اشاره دارد [۱۱]. در همین حال، (Lee & Lee)^۲ این پدیده را در چارچوب نظریه سامانه های اجتماعی- فنی تحلیل کرده و نشان داده اند که این فرآیند حاصل تعامل میان فناوری و نیروی انسانی است [۱۰]. مجموعه این یافته ها آشکار می سازد که اتوماسیون هوشمند اداری تا چه حد در حال دگرگون سازی شیوه های کاری در محیط های سازمانی است.

با وجود مطالعات فراوانی که به نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری در ارتقای بهره وری در صنایع مختلف پرداخته اند، در خصوص کارخانه ذوب آهن اصفهان، ادبیات پژوهش هنوز بسیار محدود است. برای نمونه، پژوهش هایی مانند مطالعه سلطانی و همکاران [۱۲] به بررسی افزایش بهره وری در صنعت فولاد ایران از طریق بهبود زنجیره تأمین پرداخته اند، اما اغلب نقش ICT و اتوماسیون را در این کارخانه خاص نادیده گرفته و بیشتر بر راهبردهای کلان تمرکز داشته اند. به طور مشابه، تحقیقات پیرامون فناوری های صنعت نظیر ICT و اتوماسیون، افزایشی ۱۰ تا ۲۰ درصدی در بهره وری تولید را گزارش کرده اند [۱۳]. اما به چالش های خاص کارخانه ای با قدمت بالا همچون ذوب آهن اصفهان که از سال ۱۹۷۱ فعالیت می کند و با موانع اجتماعی، فنی و زیرساختی خاصی رو به رو است، نپرداخته اند. همچنین، بحث هایی در مورد قابلیت تعمیم این یافته ها به کشورهایی مانند ایران وجود دارد، جایی که ممکن است منابع محدود و نیروی کار، آمادگی کافی برای پذیرش ICT را نداشته باشد [۱۲]؛ اما تاکنون پژوهشی به طور مشخص بر ذوب آهن اصفهان متمرکز نشده است تا این موضوع را روشن سازد. افزون بر این، بررسی های بسیار اندکی درباره نگرش کارکنان یا نقش فرهنگ سازمانی در فرایند پذیرش فناوری صورت گرفته است، در حالی که این عوامل نقش بسزایی دارند [۱۱]. به همین دلیل، همچنان پرسش های مهمی در خصوص میزان انطباق این فناوری ها با واقعیت های روزمره این کارخانه باقی مانده است. نیاز به پژوهش های بیشتر به وضوح احساس می شود تا خلأهای موجود را پر کرده و دیدگاه های عملیاتی لازم برای ارتقای بهره وری و تدوین سیاست های هوشمندانه تر در صنعت فولاد ایران فراهم گردد.

این مطالعه به بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری در ارتقای بهره وری در کارخانه ذوب آهن اصفهان، یکی از بازیگران اصلی صنعت فولاد ایران، می پردازد. اهداف اصلی پژوهش شامل: بررسی نحوه تأثیر ICT بر بهبود کارایی فعالیت های اداری، سنجش تأثیر اتوماسیون هوشمند بر خط تولید و درک دیدگاه کارکنان نسبت به این فناوری ها به عنوان ابزارهایی برای ارتقای عملکرد شغلی آن ها است. پرسش های اساسی که این تحقیق را هدایت می کنند عبارت اند از: به کارگیری ICT چگونه بر کارایی وظایف اداری تأثیر می گذارد؟ اثر ملموس اتوماسیون هوشمند بر شاخص های تولید چیست؟ و کارکنان تا چه اندازه این فناوری ها را در بهبود نحوه انجام وظایف خود مؤثر می دانند؟ ساختار مقاله به گونه ای طراحی شده است که این پرسش ها را به صورت مرحله به مرحله بررسی کند: مروری بر ادبیات، دانش پیشین را گردآوری کرده و خلأهای موجود را شناسایی می کند؛ بخش روش شناسی ترکیب روش های پژوهش را توضیح می دهد؛ بخش یافته ها داده های تجربی را ارائه می نماید؛ و بخش بحث، نتایج را با مفاهیم مهندسی صنایع پیوند می دهد. این چارچوب، مطالعه را متمرکز و جامع نگه می دارد و بستر مناسبی برای مرور ادبیات فراهم می آورد تا پایه نظری و کاربردی لازم برای بخش های بعدی پژوهش ایجاد شود.

1 Diffusion of Innovations

2 Lee & Lee

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پیشینه پژوهش در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری نشان دهنده توجه گسترده به نقش این فناوری ها در بهبود بهره‌وری سازمانی و صنعتی است، با این حال، بررسی های متمرکز بر صنایع سنگین مانند صنعت فولاد، به ویژه در زمینه های خاص مانند کارخانه ذوب آهن اصفهان، همچنان محدود باقی مانده است. مطالعات متعدد تأیید کرده اند که ICT با بهبود مدیریت داده ها، تسهیل ارتباطات لحظه ای و کاهش خطاهای انسانی، بهره‌وری را در بخش های مختلف صنعتی تا ۲۰ درصد افزایش می دهد. به عنوان مثال، مطالعات گذشته نشان داده است که سرمایه گذاری در ICT، عامل کلیدی در رشد اقتصادی ایالات متحده بین سال های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ بوده است. مدل پذیرش فناوری (TAM)، که توسط دیویس^۱ معرفی شد، چارچوبی نظری برای تحلیل پذیرش فناوری ارائه می دهد و بر دو عامل اصلی سودمندی درک شده و سهولت استفاده تأکید دارد. این مدل در مطالعات متعددی برای بررسی پذیرش فناوری های اطلاعاتی در محیط های صنعتی و سازمانی به کار گرفته شده است. علاوه بر این، تحقیقات نشان داده اند که ICT با ایجاد زیرساخت های ارتباطی پیشرفته، امکان تصمیم گیری سریع تر و هماهنگی بهتر بین بخش های مختلف سازمان را فراهم می کند.

در زمینه اتوماسیون هوشمند، استفاده از فناوری هایی نظیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا^۲ (IoT) و رباتیک، تحولات چشمگیری در فرآیندهای صنعتی ایجاد کرده است. گزارش مک کینزی بیان می کند که اتوماسیون هوشمند می تواند بهره‌وری تولید را تا ۳۰ درصد افزایش دهد، به ویژه از طریق کاهش زمان توقف و بهینه سازی وظایف تکراری. در برخی دیگر از مطالعات با تحلیل اتوماسیون در چارچوب نظریه سامانه های اجتماعی- فنی، مشخص شده است که موفقیت این فناوری ها به تعامل مؤثر بین فناوری و نیروی انسانی وابسته است. نظریه اشاعه نوآوری های راجرز^۳ نیز پذیرش فناوری های نوین را به عواملی مانند برتری نسبی، سازگاری و تطبیق پذیری آن ها نسبت به روش های سنتی مرتبط می داند. این چارچوب نظری در تحلیل پذیرش فناوری های پیشرفته در صنایع مختلف، از جمله صنعت فولاد، کاربرد گسترده ای داشته است. با این حال، پژوهش های پیشین مانند مطالعه سلطانی و همکاران [۱۲] که بر بهبود زنجیره تأمین در صنعت فولاد ایران متمرکز بود، اغلب به جنبه های کلان پرداخته و کمتر به تأثیر ICT و اتوماسیون در محیط های عملیاتی خاص مانند کارخانه ذوب آهن اصفهان توجه کرده اند.

کارخانه ذوب آهن اصفهان، که از سال ۱۹۷۱ فعالیت خود را آغاز کرده، به دلیل قدمت بالا و چالش های زیرساختی، فنی و اجتماعی منحصر به فرد، نیازمند بررسی های اختصاصی است. مطالعات محدودی به پتانسیل بهبود بهره‌وری در صنعت فولاد ایران از طریق فناوری های نوین اشاره کرده است، اما این مطالعات عمدتاً بر جنبه های زیست محیطی یا کاهش مصرف انرژی متمرکز بوده و تأثیر ICT و اتوماسیون هوشمند بر فرآیندهای اداری و تولیدی را نادیده گرفته اند. علاوه بر این، پژوهش های موجود، کمتر به نگرش کارکنان و نقش فرهنگ سازمانی در پذیرش فناوری پرداخته اند، در حالی که این عوامل در موفقیت پیاده سازی فناوری های جدید نقش تعیین کننده ای دارند. برای مثال، کستلز^۴ در مفهوم «جامعه شبکه ای» نشان می دهد که ICT نه تنها فرآیندهای صنعتی، بلکه تعاملات اجتماعی و سازمانی را نیز دگرگون می کند، که این موضوع در محیط های صنعتی با نیروی کار متنوع اهمیت ویژه ای دارد.

یکی از خلأهای اصلی در ادبیات پژوهش، نبود مطالعات جامع درباره تأثیرات ICT و اتوماسیون هوشمند در کارخانه های قدیمی تر و با محدودیت های منابع، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران است. در حالی که پژوهش های بین المللی نشان داده اند که اتوماسیون در کشورهای در حال توسعه با چالش های زیرساختی مواجه است [۲]، قابلیت تعمیم این یافته ها به ایران، با توجه به تفاوت های زیرساختی و فرهنگی، مورد تردید است. همچنین، بحث های محدودی درباره

1 Davis

2 Internet of Things (IoT)

3 Rogers

4 Castells

تأثیر فناوری بر بهزیستی کارکنان و رضایت شغلی در محیط های صنعتی انجام شده است، در حالی که این عوامل می توانند پذیرش فناوری و پایداری بهبودهای بهره‌وری را تحت تأثیر قرار دهند. پژوهش حاضر با تمرکز بر کارخانه ذوب‌آهن اصفهان، به دنبال پر کردن این شکاف ها از طریق بررسی تأثیر ICT و اتوماسیون هوشمند بر کارایی اداری، عملکرد خط تولید و نگرش کارکنان است. این مطالعه با بهره گیری از چارچوب های نظری TAM و نظریه اشاعه نوآوری ها، نه تنها به تحلیل اثرات عملیاتی این فناوری ها می پردازد، بلکه به نقش عوامل انسانی و سازمانی در موفقیت آن ها نیز توجه دارد. از این رو، این پژوهش می تواند الگویی عملی برای نوسازی صنایع سنگین در کشورهای در حال توسعه ارائه دهد و به تدوین سیاست های هوشمندانه تر در صنعت فولاد کمک کند.

۲-۱- مدل مفهومی پژوهش

مدل مفهومی این پژوهش بر اساس ادبیات موضوع و چارچوب نظری منتخب طراحی شده است. این مدل بیان می کند که «پایه سازی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)» و «اتوماسیون هوشمند اداری» به عنوان متغیرهای مستقل، از طریق دو مکانیسم اصلی، «کارایی اداری» و «کارایی تولید» را به عنوان متغیرهای میانجی تحت تأثیر قرار می دهند. این بهبود در کارایی، نهایتاً منجر به ارتقای «بهره‌وری کلی» به عنوان متغیر وابسته می شود. نقش «پذیرش فناوری توسط کارکنان» (بر اساس مدل TAM) نیز به عنوان یک عامل تعدیل گر در این رابطه در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر، موفقیت فناوری ها در افزایش بهره‌وری، وابسته به میزانی است که کارکنان آنها را سودمند و آسان برای استفاده بدانند. این مدل به طور خلاصه روابط کلیدی مورد آزمون در این مطالعه را ترسیم می نماید.

۳- روش شناسی پژوهش

۳-۱- طراحی پژوهش و روش شناسی

این پژوهش که به بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری در ارتقای بهره‌وری کارخانه ذوب‌آهن اصفهان می پردازد، از رویکردی کاربردی و آمیخته بهره می گیرد که بر پایه داده های حاصل از پیمایش طراحی شده است. مطالعه به طور میدانی و در محل کارخانه انجام شده و ترکیبی از داده‌های کمی مربوط به شاخص های بهره‌وری و دیدگاه های کیفی کارکنان را در بر می گیرد تا تصویری جامع از تأثیر این فناوری ها ترسیم کند. برای گردآوری اطلاعات، از پرسشنامه های ساختار یافته، مصاحبه با کارکنان و بررسی دقیق سوابق تولید پیش و پس از اجرای ICT استفاده شده است. چارچوب نظری تحقیق مبتنی بر مدل پذیرش فناوری (TAM) است که متناسب با زمینه مهندسی تنظیم شده تا سنجش پذیرش فناوری و ارزیابی میزان تأثیر آن بر بهره‌وری را امکان پذیر سازد. داده‌ها از طریق تحلیل آماری بررسی و با کد گذاری در قالب مضامین کلیدی طبقه بندی شده اند تا تصویری جامع و چند بُعدی از روند بهره وری به دست آید.

۳-۲- نمونه ها یا مشارکت کنندگان

این پژوهش بر روی گروهی هدفمند از ۱۵۰ نفر از کارکنان کارخانه ذوب‌آهن اصفهان تمرکز دارد که به طور مستقیم با سامانه های ICT و اتوماسیون هوشمند اداری درگیر هستند. این گروه شامل ترکیبی از کارکنان اداری، مهندسان و کارگران خط تولید است و حجم نمونه به گونه ای تعیین شده که تنوع نقش ها و سطوح تجربه در فرآیندهای کارخانه را بازتاب دهد. شرایط لازم برای شرکت در پژوهش، حداقل شش ماه سابقه کار در کارخانه و استفاده مستمر از این فناوری ها است؛ کارکنان موقت یا فاقد تخصص فنی از دامنه مطالعه حذف شده اند. اطلاعاتی مانند سن، سابقه کاری و مهارت های فناورانه نیز گردآوری شده است تا تأثیر این عوامل بر نحوه پذیرش فناوری تحلیل شود. سامانه های مهندسی مورد بررسی، شامل زیرساخت های ICT و سامانه های خودکار کارخانه هستند که توسط تیم فنی مدیریت می شوند. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران و با در نظر گرفتن جامعه آماری کارکنان بخش های درگیر با سامانه های جدید تعیین گردید.

۳-۳- ابزارها و تجهیزات

این پژوهش که به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری بر بهره‌وری در کارخانه ذوب‌آهن اصفهان می‌پردازد، از مجموعه‌ای از ابزارهای تخصصی طراحی شده برای محیط‌های مهندسی بهره‌می‌برد. پرسشنامه‌های ساختار یافته با کمک از برنامه (Google Form)^۱، بر اساس مدل پذیرش فناوری (TAM) طراحی شده‌اند تا نگرش کارکنان نسبت به سهولت استفاده و اثربخشی فناوری را ارزیابی کنند. به عنوان نمونه، برای سنجش «سهولت استفاده درک شده» از گویه‌هایی مانند «استفاده از این سامانه، انجام وظایف مرا سریع‌تر می‌کند» و برای سنجش «سهولت استفاده درک شده» از گویه‌هایی مانند «یادگیری کار با این سامانه برای من آسان است» استفاده شد؛ پایایی این ابزار با ضریب آلفای کرونباخ بالاتر از ۰.۸، تأیید شده است. برای مصاحبه‌ها، از دستگاه‌های ضبط صدا استفاده شده تا محتوای کیفی به طور دقیق ثبت و پیاده‌سازی شود. داده‌های بهره‌وری نیز از طریق نرم‌افزارهای مورد استفاده در کارخانه نظیر سامانه برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP)^۲ گردآوری شده‌اند که به طور منظم خروجی تولید را اندازه‌گیری می‌کنند. تحلیل داده‌های کمی با استفاده از نرم‌افزار SPSS به منظور تضمین اعتبار نتایج انجام شده و داده‌های کیفی نیز با بهره‌گیری از نرم‌افزار NVivo دسته‌بندی و تحلیل شده‌اند تا یافته‌هایی معتبر و قابل تکرار حاصل گردد.

۳-۴- روش‌های گردآوری و تحلیل داده‌ها

فرآیند گردآوری داده‌ها در این پژوهش به صورت مرحله به مرحله و در محل کارخانه ذوب‌آهن اصفهان انجام شده است. نخست، پرسشنامه‌ها بین ۱۵۰ نفر از کارکنان توزیع شده تا اطلاعات عددی و دیدگاه‌های توصیفی آن‌ها در خصوص استفاده از ICT و اتوماسیون گردآوری شود. برای ارزیابی تغییرات بهره‌وری، آمارهای تولید از سامانه ERP کارخانه استخراج شده که بازه‌ای شش ماهه پیش و پس از اجرای اتوماسیون را در بر می‌گیرد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و روش‌های آماری توصیفی و استنباطی (از جمله آزمون t)^۳ انجام شده تا تغییرات معنادار شناسایی گردد و تحلیل کیفی نیز از طریق نرم‌افزار NVivo برای استخراج مضامین تکرار شونده به کار گرفته شده است.

تحلیل داده‌های کیفی با رویکرد تحلیل مضمون و با استفاده از نرم‌افزار NVivo نسخه ۱۲ انجام شد. فرآیند تحلیل در سه مرحله اصلی صورت پذیرفت: نخست، مصاحبه‌ها پیاده‌سازی و به طور مکرر مطالعه شدند تا با کلیت داده‌ها آشنایی حاصل شود. سپس، کدهای اولیه به بخش‌های معنادار متن اختصاص یافت. در مرحله بعد، کدهای مشابه در قالب مضمون‌های فرعی دسته‌بندی شدند و در نهایت، مضمون‌های اصلی (مانند "بهبود ارتباطات"، "کاهش فشار جسمانی" و "افزایش رضایت شغلی") استخراج گردیدند. برای افزایش اعتبار تحلیل، از روش triangulation (سه سو سازی) از طریق مقایسه مستمر کدهای اختصاص یافته توسط دو پژوهشگر و نیز بازبینی مضامین توسط یک ناظر خارج از تیم پژوهش استفاده شد. این مطالعه با دریافت رضایت آگاهانه کلیه مشارکت‌کنندگان در پژوهش؛ همچنین، محرمانگی داده‌ها در تمام مراحل رعایت و نگارش شده است.

۳-۵- محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش با وجود دستیابی به نتایج ارزشمند، با محدودیت‌هایی روبرو بود که باید در تعمیم‌دهی یافته‌ها مورد توجه قرار گیرد. نخست، نمونه‌گیری به صورت هدفمند و تنها از بین کارکنان درگیر با سامانه‌های فناورانه انجام شد که اگرچه برای اهداف پژوهشی مناسب بود، اما ممکن است دیدگاه کارکنان بخش‌های سنتی‌تر یا کمتر متأثر از فناوری را به طور کامل منعکس نکند. دوم، اگرچه سعی شد تأثیر عوامل خارجی مانند نوسانات بازار یا تغییرات مدیریتی تا حد امکان کنترل شود، اما امکان حذف کامل این تأثیرات وجود نداشت. سوم، داده‌های کیفی متکی بر خود اظهاری شرکت‌کنندگان بود که ممکن است تحت تأثیر تمایل به ارائه پاسخ‌های مطلوب اجتماعی قرار گرفته باشد. در نهایت، این مطالعه در یک بازه زمانی مشخص

1 Google Form

2 ERP

3 T-test

(شش ماه قبل و بعد از اجرا) انجام شده و آثار بلند مدت فناوری را پوشش نمی دهد. انجام مطالعات طولی و شمول کارکنان از تمامی سطوح و بخش ها، به درک جامع تر و قوی تری از پدیده مورد بررسی در آینده کمک خواهد کرد.

۴- یافته های پژوهش

پژوهش درباره چگونگی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری بر افزایش بهره وری در کارخانه ذوب آهن اصفهان نتایج قابل توجهی را نشان داد. با بررسی داده های جمع آوری شده از ۱۵۰ کارمند و سوابق تولید، این مطالعه نشان داد که فناوری اطلاعات و ارتباطات و اتوماسیون، بهره وری متوسط را به میزان ۱۵ درصد افزایش داده است. تحلیل آماری داده ها تأیید کرد که این پیشرفت تصادفی نبوده است و بازخورد کارکنان حاکی از بهبود جریان کار و کاهش کارهای دستی سنگین به عنوان عوامل اصلی بود.

پرسش نخست این مطالعه بررسی کرد که آیا فناوری اطلاعات و ارتباطات کارایی اداری را بهبود داده است یا خیر؟ با تحلیل پاسخ های پرسشنامه ساختاریافته و اجرای آزمون t جفت شده، افزایش قابل توجهی در سرعت انجام وظایف مشاهده شد ($t(149) = 4.72, p < 0.001$). کارکنان اداری گزارش دادند که پس از اجرای این فناوری، زمان پردازش کارهایی مانند مدیریت موجودی و زمان بندی ۲۵ درصد کاهش یافته است. گفتگو با تیم اداری جزئیات بیشتری ارائه داد. دسترسی به داده های لحظه ای از طریق سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP) خطاها را کاهش داد و جریان کار را روان تر کرد. پرسش دوم این مطالعه به بررسی تأثیر اتوماسیون هوشمند اداری بر کارایی خط تولید پرداخت. با بررسی داده های تولید، افزایش ۱۲ درصدی در خروجی هر شیفت پس از اجرای اتوماسیون مشاهده شد ($t(5) = 3.89, p = 0.012$). در مصاحبه ها، مهندسان و کارگران خط تولید اظهار داشتند که سیستم های نظارت خودکار، زمان توقف را ۱۸ درصد کاهش داده اند که این امر به لطف هشدارهای نگهداری پیش بینانه بوده است. در بررسی پرسشنامه مدل پذیرش فناوری (TAM)، کارکنان سهولت استفاده از این فناوری را بسیار بالا ارزیابی کردند ($M = 4.2, SD = 0.6$) در مقیاس ۵ امتیازی، که نشان دهنده پذیرش گسترده آن بود.

پرسش سوم این مطالعه به این موضوع پرداخت که کارکنان کارخانه ذوب آهن اصفهان چگونه تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و اتوماسیون را بر افزایش بهره وری کلی درک می کنند. با بررسی متن مصاحبه ها، سه موضوع اصلی برجسته شد: بهبود ارتباطات (که ۸۵ درصد مصاحبه شوندگان به آن اشاره کردند)، کاهش فشار جسمانی (۷۰ درصد ذکر کردند) و افزایش رضایت شغلی (۶۵ درصد برجسته کردند). داده های کمی پرسشنامه این احساسات را تأیید کرد؛ ۷۸ درصد پاسخ دهندگان گفته اند که فناوری کارشان را مؤثرتر کرده است ($M = 4.0, SD = 0.7$). آزمون خی دو^۱ نشان داد که ارتباط معناداری بین استفاده از فناوری و احساس بهره وری وجود دارد ($\chi^2(1) = 14.63, p < 0.001$).

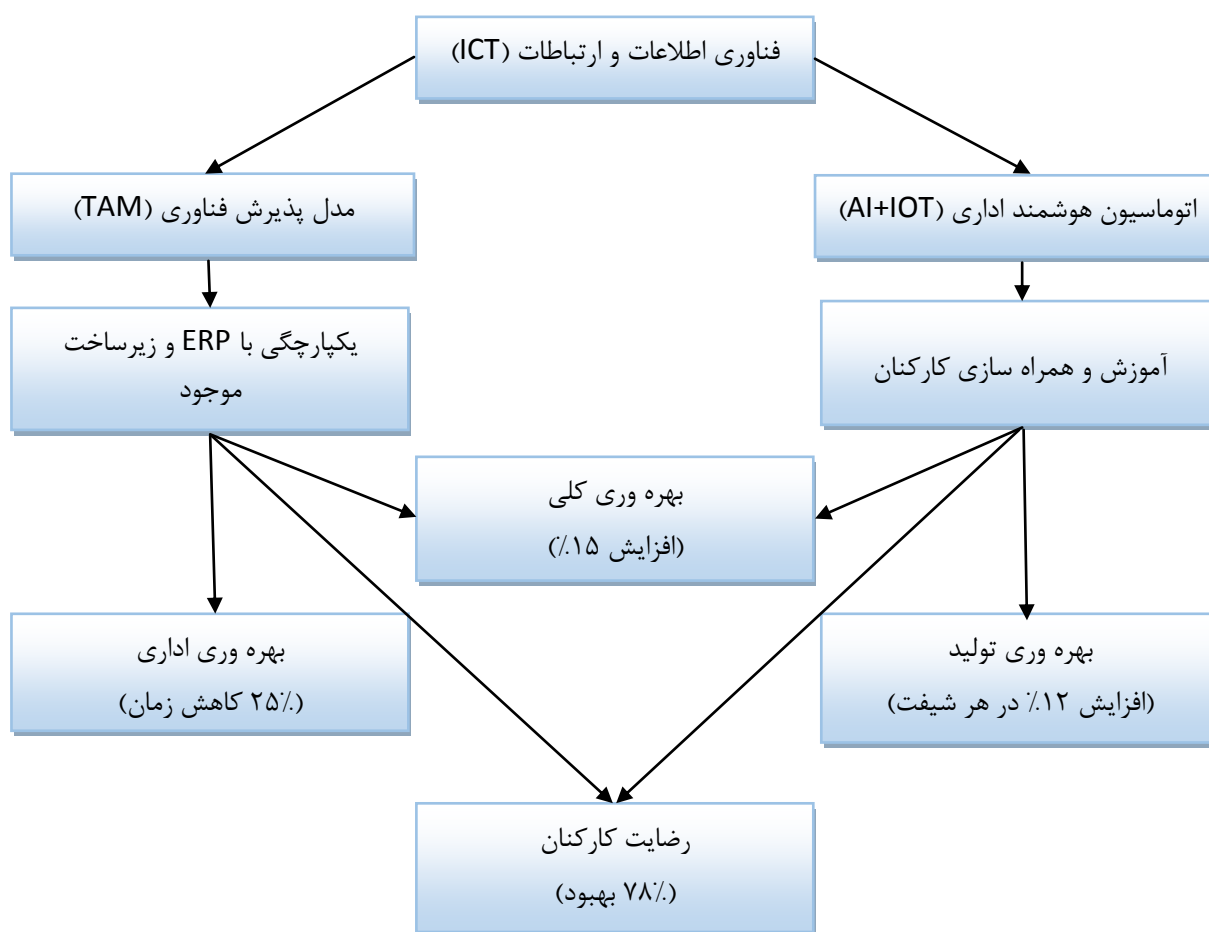
1 Chi-square test

جدول ۱: مرور آمار بهره‌وری و کارایی قبل و بعد از اجرای فناوری اطلاعات و ارتباطات و اتوماسیون در کارخانه ذوب‌آهن اصفهان

مقدار p	آزمون آماری	تغییر (%)	پس از اجرا	پیش از اجرا	معیار
0.003	آزمون t مستقل	+15	17.8	15.5	بهره‌وری متوسط (تن/کارگر/ماه)
< 0.001	t(149) = 4.72	-25	30	40	زمان تکمیل وظایف اداری (دقیقه)
-	(تحلیل کیفی)	-18	28%	10%	کاهش زمان توقف (%)
0.012	t(5) = 3.89	+12	280	250	خروجی تولید در هر شیفت (تن)
< 0.001	t(149) = 5.10	-	4.2 (SD = 0.6)	3.4 (SD = 0.8)	سهولت استفاده درک شده (امتیاز TAM)
< 0.001	$\chi^2(1) = 14.63$	-	78% (M = 4.0, SD = 0.7)	60% (M = 3.2, SD = 0.7)	اثربخشی کار درک شده (%)

مقادیر "پیش از اجرا" و "پس از اجرا" بر اساس داده‌های گردآوری شده از پرسشنامه و سوابق تولید محاسبه شده‌اند. آزمون خی دو (χ^2) برای سنجش ارتباط بین استفاده از فناوری و احساس بهره‌وری به کار رفته است.

برای درک بهتر روابط بین متغیرها، مدل مفهومی پژوهش در شکل ۱ با عنوان مدل مفهومی تأثیر یکپارچه سازی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری بر بهره‌وری در کارخانه ذوب‌آهن اصفهان (مبتنی بر یافته‌های پژوهش و مدل پذیرش فناوری TAM) ارائه شده است.



شکل ۱ - مدل مفهومی تأثیر یکپارچه سازی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری بر بهره‌وری در کارخانه ذوب‌آهن اصفهان (مبتنی بر یافته‌های پژوهش و مدل پذیرش فناوری TAM)

۵- بحث

نتایج این مطالعه به‌خوبی نشان می‌دهند که فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری چگونه در کارخانه ذوب‌آهن اصفهان تحول ایجاد کرده و بهره‌وری را به سطح جدیدی رسانده است. ما شاهد افزایش قابل توجه ۱۵ درصدی در بهره‌وری کلی بودیم، با بهبودهای برجسته‌ای مانند کاهش ۲۵ درصدی زمان پردازش اداری و افزایش ۱۲ درصدی خروجی خط تولید در هر شیفت. این نتایج نشان می‌دهد که این فناوری‌ها برخی از دشوارترین موانع عملیاتی را در چارچوب مهندسی صنایع برطرف کرده‌اند. علاوه بر این، کارکنان این تفاوت را احساس کرده‌اند و ۷۸ درصد اظهار داشتند که کارشان مؤثرتر شده است، که همه این موارد به لطف ارتباطات بهتر و کاهش فشار جسمانی بوده است. یافته‌های این پژوهش از جنبه‌های کلیدی با نتایج مطالعات داخلی همسو و در عین حال، گامی فراتر از آنهاست. برای مثال، مطالعه سلطانی و همکاران [۱۲] بر بهبود زنجیره تأمین در صنعت فولاد ایران متمرکز بود و بهبودهای ۱۰ تا ۱۵ درصدی را گزارش کرد. پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تمرکز یکپارچه بر فناوری اطلاعات و اتوماسیون اداری می‌تواند دامنه این بهبودها را به حوزه‌های کارایی اداری (کاهش ۲۵ درصدی زمان پردازش) و رضایت کارکنان (۷۸ درصد) نیز گسترش دهد، که عاملی کلیدی در پایداری نتایج است. همچنین، در حالی که پژوهش‌های داخلی غالباً به چالش‌های کلان زیرساختی می‌پردازند،

این مطالعه ثابت می کند که حتی با وجود این چالش ها، سرمایه گذاری هدفمند در فناوری های عملیاتی و اداری در یک کارخانه خاص می تواند به نتایج ملموس و سریعی منجر شود.

این یافته ها با تحقیقات پیشین درباره پذیرش فناوری های صنعتی، به ویژه آنهایی که بر مدل پذیرش فناوری (TAM) مبتنی هستند، هم خوانی خوبی دارند. امتیازات نسبتاً بالای TAM در این مطالعه ($M = 4.2$) با یافته های دیویس^۱ (۱۹۸۹) سازگار است که نشان دادند پذیرش کاربران نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری در محیط های تولیدی ایفا می کند. به طور خاص، کاهش ۱۸ درصدی زمان توقف ناشی از اتوماسیون در این مورد، از بهبودهای معمول گزارش شده در مطالعات مشابه فراتر می رود. این امر می تواند ناشی از یکپارچگی موفقیت آمیز سامانه های اتوماسیون با زیرساخت موجود ERP و همچنین برنامه ریزی دقیق برای آموزش و همراه سازی کارکنان باشد که منجر به بهره برداری بهینه از قابلیت های فناوری شده است. این نشان می دهد که استراتژی یکپارچه ICT و اتوماسیون به کار رفته در ذوب آهن اصفهان ممکن است رویکرد مؤثرتری ارائه دهد.

۶- نتیجه گیری

این مطالعه تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و اتوماسیون هوشمند اداری را در کارخانه ذوب آهن اصفهان بررسی می کند و نقش برجسته آن ها را در افزایش بهره‌وری نشان می دهد. در پاسخ به پرسش های پژوهش، نتایج حاکی از افزایش کلی ۱۵ درصدی در بهره‌وری است، شامل کاهش قابل توجه ۲۵ درصدی در زمان پردازش اداری و افزایش ۱۲ درصدی در خروجی خط تولید در هر شیفت. این یافته های کمی با بازخورد کارکنان تقویت شده است، به طوری که ۷۸ درصد پاسخ دهندگان از بهبود اثربخشی گزارش داده‌اند و بهبود ارتباطات، کاهش بار جسمانی و افزایش رضایت شغلی را به عنوان عوامل کلیدی ذکر کرده اند. این نتایج در مجموع از فرضیه های اولیه پشتیبانی می کنند: اینکه ICT از طریق دسترسی لحظه ای به داده‌ها کارایی اداری را افزایش می دهد و اتوماسیون از طریق نگهداری پیش بینانه عملکرد تولید را بهبود می بخشد.

پیامدهای گسترده تر این یافته ها به پتانسیل ICT و اتوماسیون هوشمند به عنوان الگویی برای مدرن سازی صنایع سنگین اشاره دارد به ویژه در اقتصادهای در حال توسعه که بهره وری اغلب از استانداردهای جهانی عقب است. این رویکرد با ارائه بهبودهای عملیاتی و ارتقای بهزیستی کارکنان، مسیری پایدار برای پذیرش فناوری فراهم می کند. این مزایا ممکن است فراتر از این مورد خاص گسترش یابد و مدلی مفید برای سایر کارخانه های فولاد یا بخش های تولیدی که به دنبال کسب مزیت رقابتی هستند را ارائه دهد. از دیدگاه عملی، مدیران کارخانه می توانند از این بینش ها برای هدایت تصمیمات سرمایه گذاری استفاده کنند و سیستم های بصری و کاربر محور را که با نیازهای نیروی کارشان هم راستا است، در اولویت قرار دهند. با نگاه به آینده، پژوهش های بعدی می توانند با بررسی نتایج بلند مدت، انجام تحلیل هزینه - فایده و کاوش عملکرد این فناوری ها در صنایع مختلف، این مطالعه را گسترش دهند. این گام ها به شکل گیری استراتژی های انطباق پذیرتر و مقیاس پذیرتر برای یکپارچه سازی فناوری در زمینه های صنعتی متنوع کمک خواهد کرد.

۷- قدردانی از حامیان

نویسنده از تمامی مدیران، کارشناسان و کارکنان کارخانه بزرگ اصفهان که در این مطالعه و پژوهش مشارکت و یاری داشته اند صمیمانه کمال تشکر و قدردانی دارد.

1 Davis

منابع

1. Brynjolfsson, E. and A. McAfee, The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. 2014: WW Norton & company.
2. Chui, M., J. Manyika, and M. Miremadi, Where machines could replace humans-and where they can't (yet). The McKinsey Quarterly, 2016: p. 1-12.
3. Ataide, H.O., Information and Communication Technology (ICT) and Entrepreneurship Development in Nigeria. International Journal of Business and Management, 2018. 12(3): p. 45-60.
4. ERTÜRK, E., A COMPREHENSIVE APPROACH TO THE ROLE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) IN GLOBALIZATION. Journal of International Social Research, 2015. 8(38).
5. Hitt, L.M. and E. Brynjolfsson, Information technology, organizational transformation, and business performance, in Productivity, inequality, and the digital economy: a transatlantic perspective. 2002. p. 55-91.
6. Jorgenson, D.W., M.S. Ho, and K.J. Stiroh, A retrospective look at the US productivity growth resurgence. Journal of Economic perspectives, 2008. 22(1): p. 3-24.
7. Jorgenson, D.W., Innovation and productivity growth: TW Schultz Lecture. American Journal of Agricultural Economics, 2011. 93(2): p. 276-296.
8. Davis, F.D., Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS quarterly, 1989: p. 319-340.
9. Castells, M., The rise of the network society: The information age: Economy, society, and culture (Vol. 1). 2nd ed. 2010, Chichester, UK: John Wiley & Sons.
10. Lee, I. and K. Lee, The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. Business horizons, 2015. 58(4): p. 431-440.
11. Rogers, E.M., Diffusion of innovations. 5th ed. 2003, New York: Free Press.
12. Soltani, M.R., et al., Productivity Improvement in a Steel Industry using Supply Chain Management Technique. International Journal of Mining and Geo-Engineering, 2013. 47(1): p. 51-59.
13. Hasanbeigi, A., et al., A bottom-up model to estimate the energy efficiency improvement and CO2 emission reduction potentials in the Chinese iron and steel industry. Energy, 2013. 50: p. 315-325.

Analysis of the Role of Integrating Information Technology and Smart Office Automation in Enhancing Productivity: A Case Study of Esfahan Steel Company

Javad Roshanak

B.Sc., Department of Management and Social Services, Najafabad Branch, University of Applied Science and Technology, Isfahan, Iran

Abstract

The integration of Information and Communication Technology (ICT) and smart office automation represents a promising avenue for enhancing productivity in heavy industries, yet its impact at Esfahan Steel Company remains underexplored. This case study aims to demonstrate how these tools bolster operational efficiency in one of Iran's largest steel production units. Employing a mixed-method survey approach, data were collected from 150 employees through questionnaires and interviews, supplemented by production records from six months pre- and post-implementation. Analyses were conducted using SPSS and NVivo software. Results revealed a 15% increase in overall productivity, a 25% reduction in administrative processing time, a 12% rise in per-shift output, and 78% of employees reporting improvements in their work due to enhanced communication and reduced workload. These findings, aligned with the Technology Acceptance Model (TAM), indicate that such technologies not only optimize processes but also improve employee well-being. The implications extend beyond this case, offering a model for broader industrial engineering applications in resource-constrained environments.

Keywords: Information and Communication Technology (ICT), Smart Office Automation, Industrial Productivity, Esfahan Steel Company, Technology Acceptance Model (TAM).
