

مدیریت فرآیند کسب و کار در عصر صنعت ۴,۰: بررسی جامع و جهت‌گیری‌های آینده

با گذار جهان به عصر صنعت ۴,۰ که با همگرایی فناوری‌های دیجیتال و دگرگونی صنایع سنتی مشخص می‌شود، نقش مدیریت فرآیند کسب و کار (BPM) به طور فزاینده‌ای حیاتی شده است. این مقاله مروری جامع از تقاطع بین BPM و صنعت ۴,۰ ارائه می‌کند و چگونگی تکامل شیوه‌های BPM برای برآورده کردن خواسته‌های این انقلاب صنعتی جدید را بررسی می‌نماید. در این مقاله، مفاهیم کلیدی، چالش‌ها، فرصت‌ها و جهت‌گیری‌های آینده BPM در زمینه صنعت ۴,۰ مورد بحث قرار گرفته است و بر اهمیت یکپارچگی بین فرآیندهای کسب و کار و فناوری‌های پیشرفته برای افزایش کارایی، نوآوری و رقابت تأکید شده است.

کلیدواژه: مدیریت فرآیند کسب و کار، صنعت ۴,۰، تحول دیجیتال، ملاحظات اخلاقی کسب و کار



محمد رضا سعادت‌تمند

دانشجوی دکتری
مدیریت فناوری
اطلاعات و کسب و کار
هوشمند، دانشگاه علوم
تحقیقات، کارشناس
فرآیند و دانش فنی
همراه اول



انقلاب صنعتی چهارم



مقدمه

چهارمین انقلاب صنعتی، معروف به صنعت ۴،۰، نقطه عطف قابل توجهی در توسعه صنایع و کسب و کارها با یکپارچه سازی فناوری‌های دیجیتال، سیستم‌های فیزیکی و دنیای مجازی است [۱] که منجر به ابداع ماشین‌های هوشمند، دستگاه‌های متصل به هم و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌شود [۲]. این همگرایی بیانگر بازتعریف عمیقی از تولید و تجارت است که بر تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، اتوماسیون و به هم پیوستگی تأکید دارد. در این راستا، مدیریت فرآیند کسب و کار (BPM) نقش محوری هم به عنوان یک توانمندساز و هم به عنوان یک ضرورت استراتژیک در این عصر تحول آفرین ایفا می‌کند [۳].

ماهیت صنعت ۴،۰ در ادغام قلمروهای فیزیکی و دیجیتالی نهفته است. این ادغام پارادایم‌های صنعتی سنتی را مختل می‌کند و کارایی، چابکی و نوآوری را افزایش می‌دهد. اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و رباتیک صنایع را تغییر می‌دهند و صنعت ۴،۰ را به عصری با پتانسیل‌های عظیم تبدیل می‌کنند [۴].

مدیریت فرآیند کسب و کار مجموعه‌ای از چندین روش، تکنیک و ابزار است که هدف اصلی آن‌ها بهینه‌سازی عملکرد فرآیند کسب و کار که از طریق شناسایی، کشف، تجزیه و تحلیل، طراحی مجدد، اجرا و نظارت می‌باشد، تعریف می‌شود. در اصل BPM را به عنوان «هنر و علم نظارت بر نحوه انجام کار در یک سازمان برای اطمینان از نتایج ثابت و استفاده از فرصت‌های بهبود» در نظر می‌گیرند [۵]. BPM به عنوان پل بین فرآیندهای قدیمی و امکانات صنعت ۴،۰ عمل می‌کند و روش‌ها و ابزارهایی را برای طراحی، مدل‌سازی، اجرا، نظارت و بهینه‌سازی فرآیندها ارائه می‌دهد [۶] و همچنین قابلیت‌های دیجیتال را در عملیات سازمانی تطبیق داده و ادغام می‌کند و تضمین می‌نماید که مهارت دیجیتال به مزیت‌های رقابتی تبدیل گردند.

رابطه بین BPM و صنعت ۴،۰ فراتر از کارایی عملیاتی بوده و یک ضرورت استراتژیک است [۷]. BPM سازمان‌ها را در پیچیدگی‌های صنعت ۴،۰ هدایت می‌کند و آن‌ها را قادر می‌سازد تا در آن پیشرفت کنند [۸]. BPM به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا فرآیندها را با فناوری‌های دیجیتال هماهنگ کنند که باعث تقویت نوآوری، بهینه‌سازی هزینه و تجربیات بهتر مشتری شوند [۹].

ظهور صنعت ۴،۰

جهان دستخوش دگرگونی عمیقی است که توسط همگرایی فناوری‌های دیجیتال و صنایع سنتی هدایت می‌شود و با عنوان صنعت ۴،۰، آغاز شده است. این انقلاب که با ادغام قلمروهای

فیزیکی و دیجیتال مشخص می‌گردد، در حال تغییر دادن چشم‌انداز تجارت و تولید در مقیاس جهانی است [۱۰]. صنعت ۴،۰ نقطه اوج پیشرفت در فناوری‌های مختلف است. اینترنت اشیا به عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور در صنعت ۴،۰ با اتصال دستگاه‌ها و سیستم‌های فیزیکی به اینترنت امکان جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت بلادرنگ را فراهم می‌کند [۱۱]. هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشینی ماشین‌ها را قادر می‌سازد تا از داده‌ها یاد بگیرند، پیش‌بینی کنند و تصمیم‌گیری را خودکار کنند [۱۲]. تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، بینش‌های ارزشمندی را از مجموعه داده‌های عظیم استخراج می‌کند و اقدامات آگاهانه را هدایت می‌کند. اتوماسیون، از جمله رباتیک و سیستم‌های خودمختار، فرآیندهای تولید را متحول می‌کند و مداخلات انسانی را کاهش می‌دهد [۱۳]. تولید افزودنی، که به عنوان چاپ سه‌بعدی شناخته می‌شود، چشم‌انداز تولید را با انعطاف‌پذیری و قابلیت‌های سفارشی‌سازی خود تغییر می‌دهد. همان‌طور که ماشین‌ها، سیستم‌ها و دستگاه‌ها به هم متصل و هوشمند می‌شوند، سازمان‌ها نیز با چالش‌های بی‌سابقه و فرصت‌های بی‌حد و حصر مواجه خواهند شد.

مدیریت فرآیند کسب و کار (BPM) در صنعت ۴،۰

BPM، در هسته خود، یک رویکرد کل‌نگر برای مدیریت فرآیندهای یک سازمان است. در زمینه صنعت ۴،۰ BPM فراتر از نقشه‌برداری فرآیند سنتی و اتوماسیون گسترش می‌یابد تا طیف وسیع‌تری از قابلیت‌ها را در بر گیرد که می‌توان بطور خلاصه به موارد زیر اشاره کرد:

نظارت بر فرآیند بصورت بلادرنگ: فناوری‌های صنعت ۴،۰ به سازمان‌ها دید بی‌سابقه‌ای را در فرآیندهای خود ارائه می‌دهند. حسگرهای اینترنت اشیا تعبیه شده در ماشین‌ها، محصولات و امکانات به طور مداوم داده‌ها را جمع‌آوری می‌کنند و امکان نظارت و تجزیه و تحلیل بلادرنگ را فراهم می‌کنند [۱۴]. این بینش سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا تنگناها، انحرافات یا ناکارآمدی‌ها را به سرعت شناسایی کنند.

اتوماسیون فرآیند سر تا سر: اتوماسیون فرآیند سنتی شامل وظایف مبتنی بر دستور یا قاعده‌ها است. با این حال، صنعت ۴،۰ اتوماسیون شناختی را به ارمغان می‌آورد، جایی که الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی وظایف پیچیده‌ای را انجام می‌دهند و تصمیمات مستقلى می‌گیرند [۱۵]. به عنوان مثال، در یک کارخانه هوشمند، ربات‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند اقدامات خود را بر اساس شرایط تغییر دهند.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده: تحلیل‌های پیش‌رفته و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا

و به هم مرتبط هستند. مدیریت فرآیندهای پیچیده و تطبیقی می‌تواند چالش برانگیز باشد و به استراتژی‌ها و ابزارهای پیچیده BPM نیاز دارد [۲۰].

فرصت‌های BPM در صنعت ۴,۰

قابلیت مشاهده فرآیند پیشرفته: ادغام حسگرهای اینترنت اشیا، همراه با تجزیه و تحلیل پیشرفته، دید بی نظیری را در فرآیندهای سازمان‌ها فراهم می‌کند. این دید فراتر از فرآیندهای منحصر بفرودگسترش می‌یابد و کل زنجیره ارزش، از تامین کنندگان تا مشتریان را در بر می‌گیرد.

اتوماسیون فرآیند و رباتیک: اتوماسیون فرآیند رباتیک (RPA) و فناوری‌های اتوماسیون هوشمند در صنعت ۴,۰ شاخص می‌باشند. این فناوری‌ها وظایف معمول و مبتنی بر قانون را خودکار می‌کنند و منابع انسانی را برای فعالیت‌های با ارزش افزوده بیشتر آزاد می‌کنند. BPM از اتوماسیون برای ساده‌سازی عملیات، هماهنگ‌سازی گردش کار، بهبود مستمر بهره می‌برد.

تجزیه و تحلیل پیش‌بینی کننده: تجزیه و تحلیل پیشرفته، با استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا روندها و روندهای آینده را پیش‌بینی کنند. BPM از تجزیه و تحلیل پیش‌بینی کننده برای مواردی از قبیل بهینه‌سازی مدیریت موجودی، بهبود کنترل کیفیت، تعمیر و نگهداری پیش‌بینی کننده استفاده می‌کند.

فرآیندهای چابک و تطبیقی: صنعت ۴,۰ با تغییر سریع و عدم قطعیت مشخص می‌شود. BPM چابکی را با کمک صنعت ۴,۰ با انعطاف پذیری فرآیند، تخصیص دینامیک منابع و برنامه‌ریزی سناریو بدست می‌آورد.

مسیرهای آینده

بلاک چین یکپارچه: به طور خلاصه، ادغام بلاک چین در BPM

5- Robotic Process Automation

رویدادهای آینده را پیش‌بینی کنند و اقدامات بهینه را تجویز کنند [۱۶]. به عنوان مثال، تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده از داده‌های حسگرهای اینترنت اشیا برای پیش‌بینی خرابی تجهیزات استفاده می‌کند و امکان تعمیر و نگهداری پیشگیرانه را قبل از وقوع خرابی فراهم می‌کند. این امر زمان خرابی را به حداقل می‌رساند و هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد.

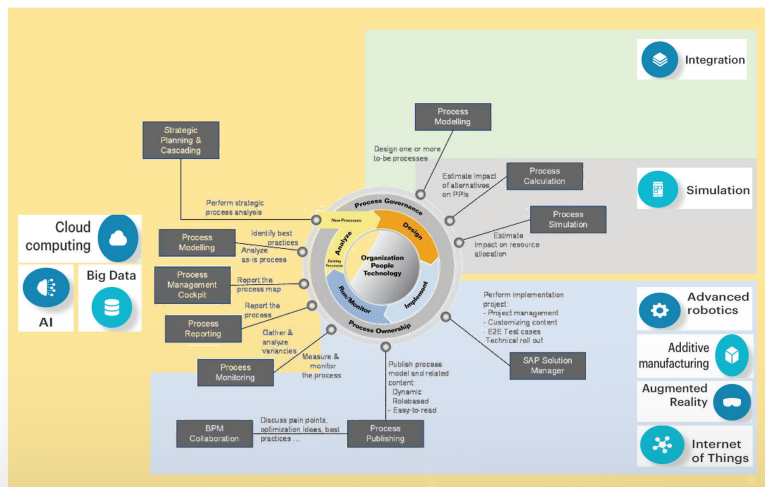
به طور خلاصه، صنعت ۴,۰ نشان دهنده تغییر در چشم‌انداز کسب و کارها و تولید با ادغام حوزه‌های دیجیتال و فیزیکی است. در این میان، BPM به عنوان یک عامل حیاتی و ضروری استراتژیک ظاهر می‌شود و ادغام فرآیندها با قابلیت‌های صنعت ۴,۰ را تسهیل می‌کند. این ادغام منجر به تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، اتوماسیون و اتصال متقابل می‌شود [۱۷]. سازمان‌هایی که نقش محوری BPM را در مسیر تحول دیجیتال خود تشخیص می‌دهند، نه تنها برای بقای خود، بلکه برای رشد در این عصر با تغییرات بی‌سابقه آماده هستند. شکل ۱ یک ارتباط مفهومی از تاثیر صنعت ۴,۰ بر BPM را نمایش می‌دهد.

چالش‌ها

در حالی که مزایای بالقوه BPM در صنعت ۴,۰ بسیار زیاد است، چندین چالش مهم را باید مورد توجه قرار داد که شامل موارد زیر هستند:

امنیت و حریم خصوصی داده‌ها: افزایش اتصال و تبادل داده بین دستگاه‌ها نگرانی‌هایی را در مورد امنیت داده‌ها و حریم خصوصی ایجاد می‌کند [۱۸]. سازمان‌ها باید اقدامات امنیتی سایبری توانمندی را برای محافظت از اطلاعات حساس اجرا کنند. **شکاف مهارتی:** فناوری‌های صنعت ۴,۰ به مهارت‌های تخصصی از جمله تجزیه و تحلیل داده‌ها، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا نیاز دارند [۱۹]. سازمان‌ها باید در توسعه نیروی کار سرمایه‌گذاری کنند تا شکاف مهارت‌ها را پر کنند.

پیچیدگی فرآیندهای پویا: فرآیندهای صنعت ۴,۰ بسیار پویا



شکل ۱.۱ ارتباط مفهومی تاثیر صنعت ۴,۰ بر مدیریت فرآیندهای کسب و کار



داده‌ها اجزای حیاتی BPM اخلاقی هستند.

کاهش تعصب: الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند سوگیری‌های موجود در داده‌های آموزشی را به ارث ببرند [۲۳]. BPM باید مکانیسم‌هایی برای شناسایی و رسیدگی به سوگیری در فرآیندهای تصمیم‌گیری، تضمین انصاف و برابری داشته باشد.

شفافیت و مسئولیت پذیری: سازمان‌ها باید در مورد نحوه تصمیم‌گیری سیستم‌های هوش مصنوعی شفاف باشند [۲۴]. BPM می‌تواند مسیرهای حسابرسی و ویژگی‌های توضیح‌پذیری را برای افزایش مسئولیت‌پذیری ترکیب نماید.

آموزش و پرورش مهارت‌ها: برای استفاده کامل از پتانسیل BPM در صنعت ۴،۰، سازمان‌ها باید در آموزش و توسعه مهارت برای نیروی کار خود سرمایه‌گذاری کنند.

یادگیری مستمر: همانطور که فناوری به سرعت در حال تکامل است، کارکنان به آموزش مداوم نیاز دارند تا با فناوری‌های صنعت ۴،۰ به روز بمانند [۲۵]. سازمان‌ها می‌توانند مسیرهای یادگیری و مشارکت با مؤسسات آموزشی را برای تسهیل توسعه مهارت ایجاد کنند.

تیم‌های متقابل: BPM اغلب به تیم‌های بین‌رشته‌ای با تخصص در فناوری، تجزیه و تحلیل داده‌ها، طراحی فرآیند و دانش حوزه نیاز دارد [۲۶]. سازمان‌ها باید همکاری بین این رشته‌ها را برای هدایت نوآوری تقویت کنند.

مدیریت تغییر: با تکامل فرآیندها، مدیریت تغییر حیاتی می‌شود [۲۷]. کارکنان باید منطق پشت تغییرات فرآیند را درک کنند و برای سازگاری با روش‌های جدید کار مجهز باشند. جدول ۱ برخی از فرصت‌ها و چالش‌های مهم صنعت ۴،۰ و BPM در مسیر آتی را نمایش می‌دهد.

جمع‌بندی

در عصر صنعت ۴،۰ که در آن ادغام فناوری‌های دیجیتال و سیستم‌های فیزیکی، صنایع و تجارت را تغییر می‌دهد، مدیریت

در زمینه صنعت ۴،۰، شفافیت و اتوماسیون از طریق قراردادهای هوشمند و یکپارچگی داده‌های قوی را ارائه می‌دهد که همگی به فرآیندهای تجاری کارآمدتر و ایمن‌تر کمک می‌کنند.

همکاری انسان و ماشین: در خط مقدم این تغییر، قلمرو تعامل انسان و هوش مصنوعی است، حوزه‌ای که مرزهای بین انسان و سیستم‌های هوشمند محو می‌شود. به لطف پیشرفت‌ها در پردازش زبان طبیعی^۷ و هوش مصنوعی محاوره‌ای^۷ [۲۱]، تعاملات بین انسان‌ها و سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی طبیعی‌تر، شهودی‌تر و کاربرپسندتر می‌شوند. BPM در بهره‌برداری از پتانسیل این قابلیت‌ها در مرکز قرار می‌گیرد. با ادغام چت‌بات‌ها و دستیاران مجازی در فرآیندهای خود، BPM نه تنها خدمات مشتری را به ارتفاعات جدیدی ارتقا می‌دهد، بلکه عملیات داخلی را نیز ساده می‌کند. نتیجه یک چشم‌انداز کسب و کار کارآمدتر، پاسخگوتر و مشتری محورتر است.

واقعیت افزوده (AR)^۸ و **واقعیت مجازی (VR)**^۹: بعد دیگر همکاری انسان و ماشین در حال تکامل، ادغام فناوری‌های واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR) است. به ویژه در ساخت و نگهداری، این فناوری‌های همه‌جانبه کمک از راه دور و آموزش عملی را تقویت می‌کنند [۲۲]. BPM بکارگیری از AR و VR و قابلیت انجام خدمات پشتیبانی را افزایش می‌دهد، زمان خرابی را کاهش و قابلیت‌های تکنسین‌ها را تقویت می‌کند. علاوه بر این، آموزش همه‌جانبه با AR و VR مبتنی بر BPM تضمین می‌کند که نیروی کار به دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای برتری در محیط صنعت ۴،۰ مجهز گردند.

ملاحظات اخلاقی: اتکای فزاینده به داده‌ها و هوش مصنوعی در صنعت ۴،۰ ملاحظات اخلاقی را در BPM به وجود می‌آورد:

حریم خصوصی داده‌ها: جمع‌آوری و استفاده از داده‌های شخصی در فرآیندهای BPM باید با مقررات حفاظت از داده‌ها مطابقت داشته باشد (فلوری و همکاران، ۲۰۱۸). مدیریت رضایت و ناشناس‌سازی

- 6- Natural language processing
- 7- Conversational artificial intelligence
- 8- Augmented Reality
- 9- Virtual Reality

جدول ۱. فرصت‌ها و چالش‌های مهم صنعت ۴،۰ و BPM

فرصت‌ها	چالش‌ها
تجهیزات نوظهور در اینترنت اشیا نیاز به مدل‌های جدید در فرایندهای کسب و کار بدون ابهام و کارآمد دارد.	سازمان‌ها نیاز به انطباق فرآیندهای خود با سرعت فزاینده، برای پیگیری پیشرفت‌های تکنولوژیکی که بر BPM تأثیر می‌گذارد، دارند. این بدان معناست که سازمان‌ها باید چرخه حیات یک فرآیند را تسریع کنند و فرآیند را اغلب، شاید حتی به طور مداوم تغییر دهند.
در صنعت ۴،۰ نیاز به فرایندهای انعطاف پذیرتر با توجه به تغییر در محیط‌های تجاری است.	جمع آوری داده‌ها، الگوریتم‌های مدرن برای تجزیه و تحلیل آن‌ها و استفاده تجاری آن‌ها در صنعت ۴ در بهبود مدیریت فرایندهای کسب و کار تأثیر بسزایی دارد.
دیجیتالی‌سازی سازمان‌ها را مجبور می‌کند تا در مدل‌های عملیاتی کلاسیک تجدیدنظر کنند و راه‌های کاملاً جدیدی را در مورد نحوه مدیریت کسب و کار توسعه دهد پس می‌بایست در فرایندهای کسب و کار بازنگری شود.	BPM-Discipline با استفاده از راهکارهای مبتنی بر فناوری اطلاعات نوین در صنعت ۴ با سرعت مناسب ارزش تجاری قابل توجهی برای سازمان ارائه می‌دهد.
صنعت ۴ و حوزه‌های سایر - فیزیکی باعث تغییرات در الزامات فرایندهای کسب و کار می‌شود.	نمایش گرافیکی مدل‌های BPMN و مشخصات فنی در XML امکان تبدیل مدل‌های فرآیند به مدل‌های شبیه‌سازی را به صورت خودکار فراهم می‌نماید.
دگرگونی دیجیتال فرصت منحصر به فردی را برای سازمان‌ها فراهم می‌کند تا منطق‌های BPM موجود را تقویت کنیم و آن‌ها را فراتر از محدودیت‌های نظری خود گسترش دهیم.	فناوری‌های نوین در صنعت ۴ باعث همگرایی و یکپارچه‌سازی بهتر و موثر در فرایندهای کسب و کار می‌گردد.

چشم‌انداز، BPM پل بین فرآیندهای قدیمی و امکانات صنعت ۴،۰ است که تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، اتوماسیون و اتصال را تسهیل می‌نماید.

افزایش دید فرآیند از طریق اینترنت اشیا، اتوماسیون مبتنی بر هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده و گردش‌های کاری چابک تنها برخی از مزایایی است که BPM از آن‌ها سود می‌برد که سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا فرآیندهای خود را بهینه کنند، هزینه‌ها را کاهش و تجربیات مشتری را بهبود دهند.

با این حال، چالش‌ها از جمله امنیت داده‌ها، شکاف‌های مهارتی و مدیریت پیچیدگی فرآیندهای پویا همچنان وجود دارند. پرداختن به این چالش‌ها برای سازمان‌ها برای استفاده از پتانسیل کامل BPM در صنعت ۴،۰ بسیار مهم است. علاوه بر این، ملاحظات اخلاقی، مانند حریم خصوصی داده‌ها، کاهش تعصب و شفافیت، باید در چارچوب‌های BPM ادغام شوند تا از استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی اطمینان حاصل شود.

آینده BPM در صنعت ۴،۰ دارای چشم‌اندازهایی هیجان‌انگیز است. ادغام بلاک چین، شفافیت و اتوماسیون را در زنجیره تامین و فراتر از

فرآیند کسب و کار (BPM) به عنوان یک توانمندساز حیاتی و ضرورت استراتژیک ظاهر می‌شود. این بررسی جامع رابطه همزیستی بین BPM و صنعت ۴،۰ را روشن کرده است و ابعاد چندوجهی، چالش‌ها، فرصت‌ها و مسیرهای آینده آن را روشن می‌کند.

همانطور که سازمان‌ها از مرز دیجیتال صنعت ۴،۰ عبور می‌کنند، BPM بصورت یک قطب نما آن‌ها را به سمت کارایی، نوآوری و رقابت هدایت می‌کند. تحول عمیق ایجاد شده توسط صنعت ۴،۰ صرفاً تکنولوژیکی نیست بلکه نشان‌دهنده تغییر در طرز فکر و رویکرد است. این موضوع سازمان‌ها را به چابکی فرامی‌خواند، تانیروی کار خود را با مهارت‌های لازم توانمند کنند و ملاحظات اخلاقی را در تلاش برای تعالی دیجیتال در اولویت قرار دهند.

ظهور صنعت ۴،۰ که با همگرایی فناوری‌های دیجیتال، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و غیره مشخص می‌شود، گواهی بر تکامل سریع صنایع و کسب و کار می‌باشد. این امر نشان‌دهنده آینده‌ای است که در آن ماشین‌های هوشمند، دستگاه‌های به هم پیوسته و تجزیه و تحلیل داده‌ها، عملیات را متحول می‌کنند. در این

- [12] Boyacı, T., Canyakmaz, C., & de Véricourt, F. (2023). Human and machine: The impact of machine input on decision making under cognitive limitations. *Management Science*.
- [13] Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. *World Economic Forum*.
- [14] Mourtzis, D., Doukas, M., & Bernidaki, S. (2016). A Holistic Approach for the Integration of Process Planning and Scheduling: A Review. *Procedia CIRP*, 41, 883-888.
- [15] Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2019). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 20, 1-5.
- [16] Gandomani, T. J., & Zulkifli, N. (2018). Predictive and Prescriptive Analytics for Enhancing Business Process Management: A Review. *Computers in Industry*, 100, 244-257.
- [17] Al-Shamlan, H., Babu, M. S. P., & Al-Otaibi, Y. D. (2020). Enabling Industry 4.0 Through Business Process Management: A Comprehensive Review and Research Agenda. *Processes*, 8(1), 52.
- [18] Zhang, T., Luo, X., & Wang, D. (2017). Data Security and Privacy in Cloud Computing. *IEEE Access*, 5, 10387-10403.
- [19] Arlitt, M., Coughlin, T., Faraboschi, P., Frachtenberg, E., Laplante, P., Milojicic, D., ... & Saracco, R. (2023). Future of the Workforce. *Computer*, 56(1), 52-63.
- [20] Schuh, G., Potente, T., & ElMaraghy, H. (2017). Managing Complexity in Manufacturing: Using Complexity Metrics and System Theoretic Process Analysis. *Procedia CIRP*, 60, 29-34.
- [21] Riedl, R., Davis, C., & Hevner, A. (2020). Natural Language Processing as a Foundation of Conversational AI. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, 11(1), 1-25.
- [22] Bimbo, J., Ruffaldi, E., Gamberini, R., & Mamei, M. (2018). Augmented reality in industry 4.0: A survey. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 105-114.
- [23] Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447-453.
- [24] Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The second Machine Age: Work, progress, and Prosperity in a time of brilliant technologies. *WW Norton & Company*.
- [25] Spencer, D. (2017). Work in and beyond the Second Machine Age: the politics of production and digital technologies. *Work, employment and society*, 31(1), 142-152.
- [26] Reijers, H. A., van der Aalst, W. M. P., & Mendling, J. (2016). *A Concise Guide to BPMN*. Springer.
- [27] Carroll, N., Conboy, K., & Wang, X. (2023). From transformation to normalisation: An exploratory study of a large-scale agile transformation. *Journal of Information Technology*, 02683962231164428.
- آن نوید می‌دهد. همکاری انسان و ماشین که توسط تعامل طبیعی انسان و هوش مصنوعی، واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR) تسهیل می‌شود، افق‌های جدیدی را برای بهبود فرآیندها باز می‌نماید. در نتیجه، BPM یک مفهوم ثابت نیست، بلکه یک عمل پویا و در حال تکامل است که فرآیندهای کسب و کار را با فناوری‌های تحول‌آفرین صنعت ۴،۰ همسو می‌کند. سازمان‌هایی که نقش محوری BPM را در سفر تحول دیجیتال خود به رسمیت می‌شناسند، نه تنها آماده بقای خود هستند، بلکه در این دوره از تغییرات بی‌سابقه رشد می‌کنند. تعامل فناوری و مدیریت فرآیند به سنگ بنای رشد و نوآوری پایدار تبدیل می‌شود و سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا با انعطاف‌پذیری و موفقیت در چشم‌انداز پویای صنعت ۴،۰ حرکت کنند.

منابع:

- [1] Johnson, A., et al. (2020). The Impact of Industry 4.0 on Modern Industries. *Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(3), 123-140.
- [2] Jones, C., & Brown, D. (2021). The Fusion of Digital and Physical Realms in Industry 4.0. *Journal of Industrial Innovation*, 7(2), 87-104.
- [3] Smith, B., et al. (2018). Business Process Management in the Era of Industry 4.0. *International Journal of Business and Technology*, 12(4), 456-472.
- [4] Clark, E., & White, F. (2019). Reshaping Industries: The Impact of IoT, AI, Big Data Analytics, and Robotics in Industry 4.0. *International Journal of Technology and Innovation Management*, 15(1), 45-62.
- [5] Marlon Dumas, Marcello La Rosa, Jan Mendling, Hajo A. Reijers, (2017), *Fundamentals of Business Process Management, Second Edition*, ISBN 978-3-662-56508-7, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>.
- [6] Vernadat, F. B. (2023). Blockchain Integration in Business Process Management: Opportunities and Challenges in the Industry 4.0 Landscape. *International Journal of Digital Business Management*, 7(1), 14-28.
- [7] Jeston, J., & Nelis, J. (2014). *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. Routledge.
- [8] Harmon, P. (2010). *Business Process Change: A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals*. Morgan Kaufmann.
- [9] Rosemann, M., & vom Brocke, J. (2015). The Six Core Elements of Business Process Management. In *Handbook on Business Process Management 1* (pp. 105-122). Springer.
- [10] Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- [11] Harrison, A., Francis, T., & Tetzeli, R. (2023). Confidence without attitude is critical for today's leaders. *The McKinsey Quarterly*.