



همزاد دیجیتال، کلیدی برای تحول دیجیتال

چرا همزاد دیجیتال می تواند محور اصلی برای تحقق اهداف تحول دیجیتال باشد؟

محمد امینی، منا چنانی

چکیده مقاله

همزاد دیجیتال یک بازنمایی دیجیتالی یا مجازی از یک موجودیت یا سیستم دنیای واقعی است. در سال های اخیر این مفهوم، به ویژه در صنایع تولیدی، خودروسازی، بهداشت و درمان از محبوبیت فزاینده ای برخوردار شده است می داند. به دلیل مزیت رقابتی که همزادهای دیجیتال می توانند ارائه دهند، اغلب کسب و کارها از آنها استفاده می کنند تا بهره وری را افزایش دهند، بهینه سازی را به حداکثر برسانند و خطرات را کاهش دهند. با توجه به اهمیت اجرای تحول دیجیتال در سازمان ها و نقش مهم همزادهای دیجیتال به عنوان یکی از محورهای اصلی این حوزه، لازم است که رهبران سازمانی از این مفهوم، کارکردها و الزامات آن آگاه باشند. در این مقاله ضمن معرفی مفاهیم اساسی و ساختار همزاد دیجیتال، مزیت های آن در کسب و کار و صنعت بیان شده و کاربردهای مختلف آن در حوزه های مختلف تشریح می شود.

مقدمه

فضانوردی گرفته تا کاوش معادن وجود دارد. اما نخستین بار در سال ۲۰۰۲ بود که این اصطلاح در معنای فعلی آن، توسط مایکل گریوز^۲ در دانشگاه میشیگان استفاده شد. در سال های اخیر این مفهوم، به ویژه در صنایع تولیدی، خودروسازی، بهداشت و درمان از محبوبیت فزاینده ای برخوردار شده است. بطور کلی می توان گفت که همزاد دیجیتال نسخه ای مجازی از یک محصول، فرایند و یا حتی یک خدمت است. یکی از دلایل توجه فراوان به همزادهای دیجیتال این است که این مفهوم از سال ۲۰۱۷ توسط مؤسسه گارتنر در لیست ۱۰ روند برتر از حیث

همزاد دیجیتال یا همسان دیجیتال^۱ عبارت است از یک مدل یا بازنمایی مجازی از یک سیستم یا موجودیت مانند محصول، فرایند یا کارخانه که می توان آن را برای درک عملکرد بهتر، پیشرفت فرایندها یا ایجاد فرصت های درآمدزایی به کار برد. مفهوم همزاد دیجیتال یا همزاد دیجیتال مفهوم جدیدی نیست. در واقع همزاد دیجیتال به مدت چند دهه است که به اشکال مختلف در دنیای فناوری از

¹ digital twin

² Michael Grieves



واقعی بین آن‌ها اطلاعات لازم رد و بدل می‌شود. برای درک بهتر همزاد دیجیتال و ماهیت آن لازم است مفاهیم مشابهی را که معمولاً توسط سازمان‌ها به کار گرفته می‌شود ذکر کنیم:

- **مدل دیجیتال:** نمایشی دیجیتال از یک شیء فیزیکی موجود یا تحت برنامه‌ریزی است بدون این که هیچ‌گونه انتقال اطلاعات خودکار صورت پذیرد.
- **سایه دیجیتال:** مدل دیجیتالی از یک شیء فیزیکی است که در آن انتقال داده به شکل خودکار از شیء فیزیکی به معادل دیجیتال آن انجام می‌شود.
- **همزاد دیجیتال:** مدل دیجیتالی از یک شیء فیزیکی است که انتقال داده خودکار به شکل دو طرفه بین دو همزاد انجام می‌شود.

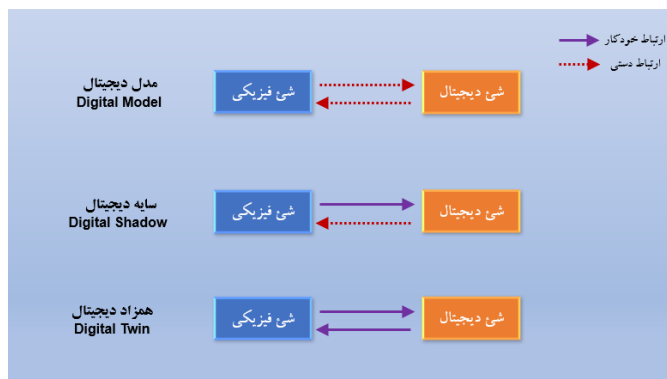
با تعاریف بالا می‌توان گفت که همزاد دیجیتال در واقع ساختار تکامل یافته‌ای از مدل دیجیتال و سایه دیجیتال است، هر چند در بسیاری از متون و طرح‌های اجرایی سازمان‌ها هنگامی که سخن از همزاد دیجیتال به میان می‌آید منظور همان سایه دیجیتال است زیرا غالباً نیاز شرکت‌ها با همین مدل رفع می‌شود و الزامی به برقراری دو طرفه انتقال داده‌ها نیست. به طور کلی، همزاد دیجیتال مدلی مجازی است که اجزای فیزیکی و رفتارهای عملکرد یک سیستم را در تمام مراحل چرخه زندگی خود شبیه‌سازی می‌کند. همزاد دیجیتال از حسگرها برای جمع‌آوری داده‌های جامع بطور بلادرنگ از عناصر دنیای واقعی استفاده می‌کند. سپس این داده‌ها برای ایجاد یک نسخه دیجیتالی استفاده می‌شود که می‌تواند به تیم‌ها کمک کند رویدادها یا سیستم‌های دنیای واقعی را بهتر درک و تجزیه و تحلیل کنند.

همزاد دیجیتال با پنج خصیصه اصلی شناخته می‌شود: هویت، نمایندگی، حالت و رویداد، زمینه، تعامل.

- **هویت:** یک همزاد دیجیتال نمایش دهنده یک دارایی فیزیکی واحد و یکتا است. اگر چه ما یک رابطه یک به یک را بین دارایی فیزیکی و همزاد آن ترجیح می‌دهیم، اما گهگاه ممکن است به دلیل ملاحظات مرتبط با کسب و کار، رابطه یک به چند نیز وجود داشته باشد که نشان دهنده وجود چند همزاد دیجیتال مجزا برای یک موجودیت فیزیکی باشد. همزاد دیجیتال در هنگام ایجاد به دنیا می‌آید و تا زمانی که موجودیت فیزیکی بازنشسته شود به حیات خود ادامه می‌دهد (حتی ممکن است پس از موجودیت فیزیکی، به دلیل نیاز به سوابق عملکردی باز هم فعال بماند).
- **نمایندگی:** با همزاد دیجیتال، ویژگی‌های برجسته و ضروری موجودیت فیزیکی به شکل دیجیتال ثبت و ضبط می‌شوند که معمولاً از قالب‌هایی مانند

فناوری‌های راهبردی قرار گرفته و اعلام شده است که در آینده‌ای نزدیک، برای میلیاردها چیز در دنیا همزاد دیجیتال وجود خواهد داشت. همچنین طبق گزارش مؤسسه گارتنر، تا سال ۲۰۲۰ قریب به ۵۰ درصد از سازمان‌ها برای بهینه‌سازی فرایندهای کسب و کار، کاهش هزینه‌های سربرار و افزایش کارآمدی از فناوری همزاد دیجیتال استفاده خواهند کرد.

به دلیل مزیت رقابتی که همزادهای دیجیتال می‌توانند ارائه دهند، اغلب کسب‌وکارها از آنها استفاده می‌کنند تا بهره‌وری را افزایش دهند، بهینه‌سازی را به حداکثر برسانند و خطرات را کاهش دهند. علاوه بر این، اینترنت اشیا باعث شده است که همزادهای دیجیتال برای بسیاری از کسب‌وکارها بهتر قابل دسترسی باشند و بسیاری از صنایع قادر به بهره‌مندی از مزایای ارائه شده این فناوری شده‌اند. همچنین با توجه به اهمیت اجرای تحول دیجیتال در سازمان‌ها و نقش مهم همزادهای دیجیتال به عنوان یکی از محورهای اصلی این حوزه، لازم است که رهبران سازمانی از این مفهوم، کارکردها و الزامات آن آگاه بوده و برای



شکل ۱- شکل گیری همزاد دیجیتال

پیاده‌سازی آن در تلاش باشند. در این مقاله برآنیم تا ضمن معرفی مفاهیم اساسی و ساختار همزاد دیجیتال، مزیت‌های آن را در کسب و کار و صنعت بیان کرده و کاربردهای مختلف آن را در حوزه‌های مختلف تشریح نماییم.

ساختار و اجزای همزاد دیجیتال

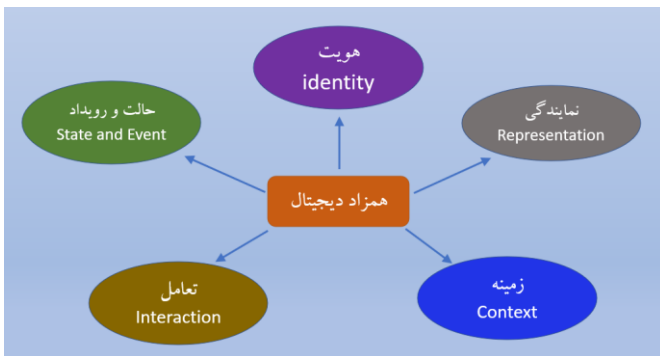
مؤسسه گارتنر همزاد دیجیتال را «یک بازنمایی دیجیتالی یا مجازی از یک موجودیت یا سیستم دنیای واقعی» می‌داند، در حالی که شرکت SAP آن را «نمایش دیجیتال زنده از یک شیء فیزیکی متصل» معرفی می‌کند. اشیا فیزیکی می‌توانند محصول، تجهیزات، فرایند، خدمت، کارخانه و یا حتی یک سازمان باشند. عنصر اتصال در تعریف SAP نقش مهمی دارد، زیرا بیانگر آن است که همزاد دیجیتال با همزاد فیزیکی خود در ارتباط مستمر است و برای بازنمایی دنیای



مزیت‌های همزاد دیجیتال

ایجاد کپی دیجیتالی از محصولات و تجهیزات فیزیکی و نیز مؤلفه‌های نرم افزاری امکان طراحی بهتر، شفافیت در وضعیت بلادرنگ، رؤیت‌پذیری بهتر قسمت‌ها و ایجاد تعادل در تولید را با ارائه پاسخ سریع نسبت به اختلالات زنجیره تامین فراهم می‌کند. به عنوان مثال، در بخش خودروسازی، گروه PSA انتظار دارد که طرح‌های دیجیتالی اولیه^۳ بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ به میزان ۵۰ درصد هزینه‌های توسعه محصول را با حذف کارهای فیزیکی کاهش دهند. همچنین، PSA به سمت توسعه موتور مجازی حرکت می‌کند که در همان چارچوب زمانی مرحله نمونه اولیه (پروتوتایپ) را حذف می‌کند و هزینه را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد.

همزادهای دیجیتال این امکان را به شرکت‌ها می‌دهند تا با دریافت داده‌های مرتبط با تجربه مشتری و عملکرد محصولات خود، بینش‌های ارزشمندی را بدست آورده و خدمات خلاقانه و جدیدی را برای مشتریان خود فراهم سازند. در سال ۲۰۱۹ گارتنر مدل همزاد دیجیتال را در مقام چهارم میان ۱۰ فناوری راهبردی برتر قرار داد. طبق تخمین گارتنر ارزش جهانی بازار همزادهای دیجیتال در تمامی بخش‌های صنعتی ۶ میلیارد دلار است و پیش‌بینی می‌شود که این بازار تا سال ۲۰۲۳ به میزان ۴۰ درصد افزایش یابد. درحالی‌که شرکت‌های زیادی از کلان داده و اینترنت اشیاء استقبال می‌کنند، فناوری همزاد دیجیتال محبوبیت بیشتری می‌یابد. طبق تخمین مؤسسه دلویت^۴ بازار جهانی همزادهای دیجیتال تا سال ۲۰۲۳ با نرخ رشد سالانه ۳۸ درصد گسترش داشته و به ۱۶ میلیارد دلار می‌رسند.



شکل ۲- خصیصه‌های اصلی همزاد دیجیتال

CAD و MES یا مدل‌های مهندسی با شبه داده و دسته‌بندی‌های متناظر استفاده می‌کنند. از طریق داده‌های سریالی، قابلیت ردگیری بین همزاد دیجیتال و شیء فیزیکی تضمین می‌شود.

- حالت و رویداد: حالت واقعی یک دارایی (از قبیل شرایط، محل، سرعت و محیط) بطور (نیمه) بلادرنگ توسط همزاد دیجیتال منعکس می‌شود و اطلاعاتی را درباره جنبه‌های گوناگونی از دارایی فیزیکی فراهم می‌کند. همزاد دیجیتال می‌تواند هشدارهایی را در باره حالات و رویدادهای مختلف درباره شیء ارائه دهد و حالات مختلف آن را در سوابق ثبت نماید.
- زمینه: بستر عملیاتی که در آن همزاد دیجیتال عمل می‌کند، مانند تاسیسات فیزیکی، مالکیت، ارجاعات به اطلاعات مالی یا مدیریت دارایی‌ها، نقش‌ها و شرکای تجاری درگیر، توافق سطح خدمات و کارهای خدماتی انجام شده روی دارایی فیزیکی، زمینه استفاده از همزاد دیجیتال را نشان می‌دهند.
- تعامل: تمام خصوصیات گفته شده باید به گونه‌ای در یک سیستم نرم‌افزاری پیاده‌سازی شوند که توسط دیگر سیستم‌ها یا کاربران به طور امن و دیجیتال قابل پرس‌وجو باشند (مثلاً از طریق API).

داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها، محرک‌های اصلی همزاد دیجیتال هستند. این داده‌ها هستند که می‌توانند اطلاعات مرتبط با هویت، زمان، زمینه و رویدادها و نیز منحصر به فرد بودن را فراهم کنند و توانایی نظارت بر شیء در دنیای واقعی را ایجاد نمایند.

شرکت‌ها در هر صنعتی باید به دنبال پیاده‌سازی یک راهبرد کل‌نگر برای همزادهای دیجیتال باشند که در آن «ستون فقرات مجازی» کل چرخه حیات توسعه محصول، از جمله تولید و توسعه، را پوشش می‌دهد و خروجی‌های معناداری برای کسب‌وکار به وجود می‌آورد. هدف عبارت است از:

- ایجاد زمینه‌ای برای اعتبارسنجی «مجازی» کارکرد محصول به طور سریع‌تر، ایمن‌تر، و مقرون به صرفه‌تر و شتاب‌بخشی به هم‌راستایی تولید با انتظارات مشتری
- درک تأثیر طراحی‌های جدید و بررسی عواقب تغییرات ممکن در فرآیندها بدون ایجاد اختلال در عملیات مشتری
- فراهم کردن امکان پیش‌بینی‌های دقیق‌تر و تحلیل سناریوها (به عنوان مثال مدل‌های یادگیری ماشین) که بتوانند علت مشکلات کیفیتی را شناسایی کرده، شکست‌های عملکردی را پیش‌بینی نموده یا خروجی تولید را بهینه سازی کنند.

³ digital mockups

⁴ Deloitte



شبیه‌ساز تعاملی و مجموعه‌ای از ابزارهای مدیریتی، تأسیسات، سیستم‌ها و ماشین آلات را مدیریت می‌کند و داده‌ها را برای عملکرد بهتر جمع‌آوری می‌نماید. با این حال، طراحی و اجرای همزادهای دیجیتال و همچنین ارزش‌آفرینی از آنها مستلزم قواعد مدیریتی است که دربردارنده موارد ذیل می‌باشند:

- دید روشنی از مزایای مورد انتظار در کسب‌وکار و یک ارزیابی واقع‌بینانه از هزینه‌های آن
- دانشی عمیق از موارد کاربردی در صنعت و حوزه عملیاتی مربوطه
- راهبرد و معماری فناوری که برای برآورده ساختن نیازمندی‌های متنوع قابل‌گسترش باشند
- درک واسطه‌های جدید بین انسان و ماشین به منظور ایجاد راه‌های جدید انجام کارها

جهت راه‌اندازی یک همزاد برای تأسیسات تولیدی یا یک محصول، یک مدل مجازی نقش مهمی را در چرخه حیات موجودیتی ایفا می‌کند که آن را بازنمایی می‌سازد حتی اگر این همزاد با چرخه حیات فیزیکی سازگار نباشد. بنابر این، همزادها در هر زمان معمولاً می‌توانند در یکی از حالت‌های ممکن باشند

- زمان طراحی، یعنی نمایش دهنده ساختار و عملکرد موجودیت دنیای واقعی
- زمان ساخت، یعنی نمایش دهنده خروجی فرایند تولید و مونتاژ
- زمان استفاده و نگهداری، یعنی نمایش دهنده وضعیت شیء فیزیکی در عملیات

چرخه حیات بهینه یک همزاد دیجیتال به مزایا و موارد کاربردی مورد انتظار از قبیل کاربردهای زمان طراحی، کاربردهای تولیدی و کاربردهای عملیاتی وابسته است. در عوض، هنگامی که یک همزاد دیجیتال در چرخه حیات محصول در حال «عملیات» است تأثیر چشمگیری در تلاش و هزینه ایجاد دارد. به عنوان مثال، اگر میزان کمی از استقرار حسگرها، اتصالات بلادرنگ یا هوشمندی موقعیتی صورت گرفته باشد، حفظ وضعیت موجود یک همزاد در حالت «زمان استفاده» ممکن است دشوار باشد

کاربرد دیجیتال توئین در کسب و کار

با توجه به قابلیت‌ها و مزیت‌های مختلفی که برای همزاد دیجیتال بر شمرده شد، این فناوری کاربردهای متعددی را در کسب‌وکارها و صنایع امروز دارد. در این بخش به تعدادی از مهمترین کاربردهای همزاد دیجیتال در چند حوزه کلیدی می‌پردازیم:

همزادهای دیجیتال با استفاده از داده‌های برخاسته از حسگرهای اینترنت اشیا که به اشیاء اصلی متصل شده یا در آن تعبیه شده‌اند، ساخته می‌شوند. این داده‌های متصل به ابر، امکان ایجاد دید عملیاتی و ساختاری را درخصوص آنچه در زمان واقعی برای اشیاء روی می‌دهد، فراهم می‌کنند و بدین ترتیب مهندسان را قادر به نظارت بر سیستم‌ها و مدل‌سازی دینامیک سیستم‌ها می‌سازد. اصلاحاتی را می‌توان بر روی همزادهای دیجیتال انجام داد تا بتوان چگونگی تغییر سیستم در دنیای واقعی را پیش از اعمال تغییرات بر روی سیستم اصلی درک کرد.

همزادهای دیجیتال با استفاده از داده‌ها، یادگیری ماشین و اینترنت اشیا سیستم‌ها و مشاغل را کارآمدتر می‌کنند و منجر به نتایج بهتر می‌شوند. مزیت اصلی یک همزاد دیجیتال این است که داده‌هایی را در زمان واقعی ارائه می‌دهد که می‌تواند به یادگیری، استدلال و درک نحوه کار موجودیت‌ها و سیستم‌ها کمک کند. این به کاربران امکان می‌دهد عملکرد موجودیت فیزیکی را در طول چرخه زندگی خود بهتر درک، مدل‌سازی و بهینه کنند.

به طور خاص، همزادهای دیجیتال به برجسته‌سازی ناکارآمدی عملیاتی کمک می‌کنند؛ افزایش طول عمر تجهیزات و دستگاه‌ها را به دلیل بهبود تعمیر و نگهداری و بهینه‌سازی ممکن می‌کنند؛ منجر به کاهش زمان خرابی می‌شوند و دسترسی تیم‌های تحقیق و توسعه به داده‌های کلیدی که می‌توانند منجر به بهبود طراحی‌ها و پیشرفت‌های آینده شود را فراهم می‌کند.

به دلیل مزایای فراوان، کسب‌وکارهای بیشتری به منظور مدل‌سازی و شبیه‌سازی دارایی‌های زیرساختی در طول چرخه عمر خود، به استفاده از خدمات ابری همزاد دیجیتال روی آورده‌اند. به علاوه، ایجاد یک نسخه دیجیتال از دارایی‌ها در فضای ابری به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا تغییرات را پیگیری کنند در حالی که برای بهینه‌سازی عملکرد تغییرات لازم را انجام می‌دهند. به علاوه، هرچه خدمات همزاد دیجیتال پیشرفته‌تر شده‌اند، کاربرپسندتر و موثرتر می‌شوند. خدمات ابری دوقلوی دیجیتال فعلی امکان شبیه‌سازی و مدل‌های دیجیتالی پیشرفته را فراهم می‌کنند که خودبه‌خود قادر به یادگیری هستند. این سیستم‌ها منجر به افزایش بینش، درک آسان داده‌ها و داشبوردهای کاربرپسند می‌شود که بدون نیاز به متخصصان داده می‌توانند توسط تیم‌ها استفاده شوند.

طبق گفته دنیل آریا، مشاور فناوری «یک همزاد دیجیتال بیش از اینکه یک طرح یا الگو باشد ترکیبی از شبیه‌سازی زمان واقعی پویایی سیستم با مجموعه‌ای از کنترل‌های اجرایی است». همزادهای دیجیتال با خدمت‌رسانی به عنوان یک

⁵ Daniel Araya



کاربرد همزاد دیجیتال در حوزه ساخت و تولید

موارد کاربردی زیادی در حوزه ساخت و تولید وجود دارند که یک همزاد دیجیتال برای آنها بسیار مفید است. بیشترین تاثیر را به لحاظ بازده مورد انتظار می‌توان در موارد زیر دانست:

- همزاد دیجیتال برای یک فرآیند تولید در جایی که پارامترهای عملیاتی به نتایج مورد انتظار نگاشت شده‌اند تا عملکرد را پیش‌بینی نمایند. به عنوان مثال، همزاد دیجیتال از یک فرآیند تولید رآکتور دسته‌ای در موارد ذیل قابل استفاده است:
 - تعریف مناسب‌ترین شرایط برای بهترین عملکرد فرآیند (مثلاً زمان چرخه، بازده اولین گذر و غیره)
 - پیاده‌سازی نظارت مداوم مقادیر کنونی پارامترها برای هدایت متغیرها بطور بلادرنگ با هدف به دست آوردن بالاترین عملکرد. برای ساخت مدل در این مورد کاربردی، داده‌های بلادرنگ علاوه بر داده‌های سوابق مورد نیاز هستند. مزایای این کاربرد شامل افزایش نرخ تولید و کیفیت بهتر است.
 - همزاد دیجیتال از سیستم تولید برای نظارت (بلادرنگ) بر وضعیت پیشرفت تولید و تصمیم‌گیری درباره زمان‌بندی و تعیین نیرو در کوتاه مدت. مزایای این امر شامل به کارگیری بهتر دارایی‌ها و منابع است.
 - همزاد دیجیتال ماشین یا خط تولید برای ارزیابی زود هنگام تعاملات با سایر ماشینها یا اپراتورها به گونه‌ای که مشکلات تداخل یا ارگونومی بالقوه زودتر مورد توجه قرار گیرند. کاربرد دیگر تسهیل آموزش از راه دور برای اپراتورها است حتی در زمانی که خط تولید در سایت حضور فیزیکی ندارد و یا برای این که از توقف عملیات روزمره به دلیل فعالیت‌های آموزشی پیشگیری شود. معمولاً برای چنین کاری داده‌های بلادرنگ مورد نیاز نیستند و تنها به مدل طراحی نیاز است. مزایای این امر شامل زمان تعهد کوتاه‌تر و زمان تسلط کمتر برای اپراتورها است.
 - همزاد دیجیتال از عملیات ماشین و تأسیسات برای پیش‌بینی حالت‌های متفاوت عملکرد بد و مداخله در مراحل روزمره نگهداری از جمله نگهداری مبتنی بر شرایط و تعمیرات و نگهداری پیش‌بینانه. برای ساخت این مدل داده‌های بلادرنگ علاوه بر داده‌های تاریخچه‌ای مورد نیاز است. مزایا شامل افزایش زمان در دسترس قرارگرفتن دستگاه‌ها و کاهش هزینه‌های نگهداری است.
- در ادامه هفت روش به کارگیری همزادهای دیجیتال برای توسعه عملیات تولید ذکر شده‌اند:

۱- طراحی محصول: همزادهای دیجیتال می‌توانند در مرحله طراحی به عنوان نمونه‌های اولیه به کار روند و قبل از سرمایه‌گذاری روی نمونه فیزیکی اولیه، برای آزمایش شبیه‌سازی یا طراحی‌های مختلف تنظیم شوند. این امر یا کاهش تعداد تکرارهای لازم برای تولید محصول باعث کاهش زمان و هزینه می‌شود.

۲- بهینه‌سازی فرآیندها: از حسگرهای موجود در یک خط تولید می‌توان برای ایجاد یک همزاد دیجیتالی فرآیند و تجزیه و تحلیل شاخص‌های مهم عملکرد استفاده کرد. تنظیمات همزاد دیجیتال می‌تواند روش‌های جدیدی را برای بهینه‌سازی تولید و کاهش پراکندگی‌ها شناسایی کند و به تجزیه و تحلیل علت‌های ریشه‌ای کمک نماید.

۳- مدیریت کیفیت: نظارت و پاسخ به داده‌های دریافت شده از حسگرهای اینترنت اشیا در حین تولید برای حفظ کیفیت بالا و از بین بردن دوباره کاری ضروری است. همزاد دیجیتال می‌تواند هر بخشی از فرآیند تولید را مدل‌سازی کند تا محل وقوع انحرافات شناسایی شود و یا امکان استفاده از مواد یا فرایندهای بهتر بررسی گردد.

۴- مدیریت زنجیره تأمین: شرکت‌های فعال در حوزه زنجیره تأمین و لجستیک/ توزیع برای ردیابی و تحلیل شاخص‌های کلیدی عملکرد، مانند کارایی بسته‌بندی، مدیریت ناوگان و کارآمدی مسیریابی، به همزادهای دیجیتال اتکا می‌کنند. آنها به ویژه برای بهینه‌سازی تولید به موقع یا تولید با توالی صحیح و تحلیل مسیرهای توزیع مفید هستند.

۵- نگهداری پیش‌بینانه: همزادهای دیجیتالی که برای تجهیزات فردی یا فرآیندهای تولید ساخته می‌شوند می‌توانند مشکلاتی را نشان دهند که نیاز به تعمیرات یا مراقبت پیشگیرانه را قبل از بروز یک مشکل جدی نشان می‌دهد. آنها همچنین می‌توانند به بهینه‌سازی سطح بار، کالیبراسیون ابزار و زمان چرخه کمک کنند.

۶- تحلیل تجربه مشتری: از همزادهای دیجیتال اغلب برای جمع‌آوری داده‌ها در طول زمان استفاده می‌شود که بینشی در مورد عملکرد محصول، توزیع و تجربه کاربر نهایی ارائه می‌دهند. این داده‌ها می‌توانند برای کمک به مهندسان و طراحان در بهبود پاسخ مشتری به محصول، به ویژه از طریق سفارشی‌سازی و سهولت استفاده، کمک کند.

در حالی که شرکت‌ها نحوه به کارگیری همزادهای دیجیتال را برای بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها فرا می‌گیرند، این همزادها از محبوبیت بیشتری برخوردار



عروق و دینامیک مایعات محاسباتی، خصوصیات غیرتهاجمی میدان‌های جریان و محاسبه معیارهای تشخیصی را امکان‌پذیر می‌سازد.



شکل ۳- کاربردهای همزاد دیجیتال در حوزه سلامت

۲- نظارت بر بیمار و پوشیدنی‌ها

پوشیدنی‌های کوچکتر و راحت‌تر (حسگرها) برای تغذیه همزاد دیجیتال با داده‌های بلندنگ استفاده می‌شوند. با درک کافی از پیشرفت بیماری و جمع‌آوری مداوم داده‌های بیمار از طریق ردیاب‌های سلامت (بیومتریک، رفتاری، عاطفی، شناختی، روانی - اجتماعی) می‌توان مدل‌هایی را توسعه داد که علائم را در مراحل اولیه تشخیص می‌دهد و به پزشکان و کاربران این توانایی را می‌دهد که برای تشخیص بیماری قبل از ابتلا به آن اقدام کنند. علاوه بر این، در طول درمان، می‌توان ارزیابی کرد که آیا درمان موثر است یا خیر. در حال حاضر منابع زیادی از داده‌ها وجود دارند که می‌توانند همزاد دیجیتال را تغذیه کنند، تا با عوامل ریسک مد نظر پزشکان تطبیق یابند. مثالهایی از این منابع عبارتند از سوابق پزشکی، نتایج آزمایشگاه، داده‌های داروخانه، داده‌های مربوط به تندرستی و مدیریت بیماری، داده‌های تولید شده توسط دستگاه رفاه و عوامل اجتماعی مانند کد پستی، آب‌وهوای محلی، عادات خرید.

۳- شبیه‌سازی جراحی، ارزیابی ریسک جراحی

اساساً جراحی طبق تعریف شخصی‌سازی می‌شود زیرا از وضعیت فعلی تا بهترین نتیجه، جراحی متناسب با نیازهای بیمار انجام می‌گردد. شخصی‌سازی برای افزایش موفقیت در مداخله و کاهش خطر برای بیمار بسیار مهم است. همزادهای دیجیتال با شبیه‌سازی یک روش بالینی تهاجمی برای پیش‌بینی نتیجه قبل از انتخاب روش درمان کمک خواهند کرد. دامنه این شبیه‌سازی از انتخاب

می‌شوند. یک تحقیق در سال ۲۰۲۰ که توسط مؤسسه «تحقیق و بازار»^۶ انجام شد، نشان می‌دهد:

- تا سال ۲۰۲۵، ۸۹٪ از کل پلتفرم‌های اینترنت اشیا شامل همزادهای دیجیتال خواهد بود
- همزادهای دیجیتال تا سال ۲۰۲۷ یک ویژگی استاندارد اینترنت اشیا خواهد بود
- تقریباً ۳۶٪ از مدیران در صنایع مختلف مزایای همزاد دیجیتال را درک می‌کنند و تقریباً نیمی از آنها قصد دارند تا سال ۲۰۲۸ از آن در فعالیت‌های خود استفاده کنند.

به علت این که پیاده‌سازی اینترنت اشیا دسترسی به کلان داده‌ها و اکوسیستم‌های دیجیتالی وسیع را گسترش می‌دهد ایجاد و نگهداری همزادهای دیجیتالی «با وفاداری بالا» آسان‌تر می‌شود. با حرکت به جلو، فناوری همزاد دیجیتال به عنوان یکی از اصلی‌ترین ابزارهای نرم‌افزاری در ایجاد تحول در محصول ظاهر می‌شود.

کاربرد همزاد دیجیتال در حوزه سلامت

بخش بهداشت و سلامت یکی از مهمترین حوزه‌هایی مطرح در هر جامعه است و دولت‌ها می‌کوشند خدمات این بخش را برای جامعه بهبود داده و هوشمند نمایند. هر یک از ما از بسیاری جهات به قدری منحصر به فرد هستیم که بیشتر درمان‌های فعلی که برای «بیمار معمول» متصور هستند برای «بیمار واقعی» بسیار ناکارآمد می‌باشند. این معضل از داروهای بی‌اثر و نارضایتی از جراحی گرفته تا رد و تعویض دستگاه‌ها را شامل می‌شود. همزاد دیجیتال مؤلفه‌ای اساسی برای حرکت مدل «یک درمان عمومی برای همه» به «پزشکی شخصی‌سازی شده» است. در این بخش کاربردهای مختلفی را که در آنها فناوری همزاد دیجیتال عملکردهای حوزه سلامت را بهبود می‌بخشد خلاصه شده‌اند (شکل ۳)

۱- پشتیبانی از تصمیم در تشخیص و درمان - نرم افزار به

عنوان یک دستگاه پزشکی

همزاد دیجیتال بیمار که از منابع مختلف داده‌های بهداشتی مانند سوابق تصویربرداری، اندازه‌گیری‌های حضوری، نتایج آزمایشگاهی و ژنتیک تغذیه می‌شود، در تشخیص کمک می‌کند. مدل بیمار وضعیت سلامتی بیمار را که از داده‌های بالینی موجود گرفته شده شبیه‌سازی می‌کند و پارامترهای مقفود در مدل‌های آماری را استنباط می‌نماید. به عنوان مثال، ترکیبی از تصویربرداری قلب و

⁶ ResearchAndMarkets.com



کاربرد همزاد دیجیتال در سازمان

از آنجا که قابلیت‌های همزاد دیجیتال پیشرفته‌تر شده است، صنایع بیشتری در حال ایجاد این مدل‌ها برای کمک به بهبود عملکرد خود و کسب نتایج بهتر هستند. همانطور که همزادهای دیجیتالی جریان اصلی‌تری پیدا می‌کنند، هر روز بیشتر معلوم می‌شود که هر چیزی می‌تواند یک همزاد دیجیتال داشته باشد. در حالی که این مفهوم به طور سنتی با تجهیزات یا سخت افزار مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما دیگر محدود به این حوزه‌ها نیست. بنابر این جای تعجب نیست که مفهوم همزاد دیجیتال برای یک سازمان (DTO) مورد توجه قرار گرفته است. ایده مبتنی بر همزاد دیجیتال یک سازمان، که توسط توسط گارتر مطرح شد، با هدف استفاده از بازنمایی دیجیتال یک سازمان برای حمایت از اجرای تغییرات یا ابتکارات جدید توسعه یافت. همزاد دیجیتال یک سازمان یک مدل مجازی از کسب و کار را ارائه می‌دهد که رهبران می‌توانند آن را تجزیه و تحلیل کرده و تغییر دهند. هنگامی که به طور کامل اجرا شود، یک همزاد دیجیتال همسان کاملی از سازمان در زمینه عملیات فراهم می‌کند. لازم به ذکر است که داده‌های مورد استفاده در مدل‌های همزاد دیجیتال یک سازمان می‌توانند به طور مداوم به روز شوند و اطلاعات بلادرنگ را در باره نحوه عملکرد سازمان، استفاده از منابع، عکس‌العمل به تغییرات و تأمین نیازهای مشتری را فراهم می‌کند. بدیهی است که دسترسی به چنین مدلی مزایای رقابتی بیشماری را به کسب‌وکارها می‌بخشد.

همزادهای دیجیتال عملیات کسب‌وکار در یک سازمان ابزاری هستند که با استفاده از آن‌ها سازمان‌هایی که قصد ایجاد تحول و یا بهبود عملیات خود را دارند می‌توانند حالت فعلی خود را درک کنند و سپس با استفاده از حالت فعلی، حالات بهبود یافته آینده را مدل‌سازی، تست و پیاده‌سازی نمایند. در واقع همزاد دیجیتال عملیات کسب و کار طراحی می‌شود تا از طریق ایجاد بازنمایی دیجیتالی عملیات فعلی که قابل تحلیل و بهبود هستند، مکانیزمی برای تحویل این دوره‌های اصلاح و بهبود باشد.

به عنوان مثال کارکرد «خرید تا پرداخت» را در یک کسب و کار نظر بگیرید. با ایجاد یک بازنمایی دیجیتال از عملیات مانند فرایندهای صدور فاکتور و پرداخت می‌توان جریان فاکتورهای ورودی به داخل و پرداخت‌ها را به بیرون تعریف و تحلیل کرد، مشکلات کیفی یا عملکردی را شناسایی کرد، مدل‌سازی و تست سناریوهای متفاوت را برای بررسی آنها پیش از پیاده‌سازی انجام داد و این کار می‌تواند به ایجاد کیفیت یا عملکرد بهبودیافته منجر شود. هنگامی که این فرایند

دستگاه پزشکی (موقعیت، جهت، بعد) تا تعیین متغیر جراحی (اندازه، زاویه، شکل) متغیر است.

۴- طراحی و بهینه‌سازی دستگاه‌های پزشکی

دو قلمرو در اینجا به هم می‌پیوندند. از یک سو، ما همزاد دیجیتال بیمار را داریم که ویژگی خاص بیمار را در خود دارد و از سویی دیگر، همزاد دیجیتال دستگاه پزشکی است که طراحی دستگاه را منعکس می‌کند. ما می‌توانیم هر دو مدل را با هم مرتبط کنیم و ببینیم چه اتفاقی می‌افتد که دستگاه خاصی روی بیمار خاصی نصب شود. این مورد در باره جمعیت‌هایی که نمی‌توان بدون آسیب آنها را از نظر بالینی بررسی کرد، مانند بیماران مبتلا به بیماری‌های نادر یا بیماران کودک، صدق می‌کند. همزادهای دیجیتال همچنین در انجام کارهای بهینه‌سازی مانند بهبود عملکرد دستگاه با اجرای صدها شبیه‌سازی با شرایط مختلف و بیماران مختلف بسیار مفید هستند. علاوه بر این، با ظهور فناوری چاپ سه بعدی، همزادهای دیجیتال بیمار می‌توانند با ایجاد طرح‌های یکتا برای هر بیمار، به شخصی‌سازی دستگاه‌های پزشکی منجر شوند.

۵- تولید دارو و بهینه‌سازی میزان دارو

ما می‌توانیم یک همزاد دیجیتال را از نظر محاسباتی با هزاران دارو درمان کنیم تا بهترین یا موارد مناسب برای آن مورد خاص را شناسایی کنیم. با این حال، نیازی به توقف در داروهای موجود نیست. ما می‌توانیم یک گروه دیجیتالی از بیماران واقعی با فوتیپ‌های مختلف و علائم مشترک ایجاد کنیم و داروهای جدید بالقوه را آزمایش نماییم تا پیش‌بینی کنیم کدام یک احتمال بیشتری برای موفقیت دارد و اندازه مناسب دارو چقدر است. بهبود در تزریق اول تعداد آزمایش‌های بالینی لازم را کاهش می‌دهد.

۶- تصمیم‌گیری برای تنظیم مقررات

از سال ۲۰۱۶، هم‌کنگره آمریکا و هم پارلمان‌های اروپا شروع به گنجاندن مدل‌سازی و شبیه‌سازی در میان منابع استنادی در روند تنظیم مقررات محصولات زیست پزشکی کردند. به طور خاص، سازمان غذا و داروی آمریکا متعهد شده است که شواهد دیجیتالی را به یک ابزار تنظیم‌گری با ارزش تبدیل کند، این امر به دلیل پتانسیل صرفه‌جویی در هزینه در ارزیابی دستگاه‌های پزشکی است. علاوه بر این، برخی از شرکت‌ها اظهار داشته‌اند که هزینه آزمایش‌های بالینی ممکن است به زودی از درآمد بیشتر شود، که این روند صنعت را به سمت سایر منابع داده مناسب و قابل اعتماد برای نشان دادن ایمنی و اثربخشی دستگاه‌های پزشکی و محصولات دارویی تسریع می‌کند.

⁷ Digital twin of an organization



مرکز مطالعات و تحقیقات شرکت فناپ

کسک کند. این به کاربران امکان می دهد عملکرد موجودیت فیزیکی را در طول چرخه زندگی خود بهتر درک، مدل سازی و بهینه کنند.

به طور خاص، دوقلوهای دیجیتال به برجسته سازی ناکارآمدی عملیاتی کمک می کنند؛ افزایش طول عمر تجهیزات و دستگاه ها را به دلیل بهبود تعمیر و نگهداری و بهینه سازی ممکن می کنند؛ منجر به کاهش زمان خرابی می شود؛ و دسترسی به تیم های تحقیق و توسعه به داده های کلیدی که می تواند منجر به بهبود طراحی ها و پیشرفت های آینده شود را فراهم می کند.

در حالی که ایجاد دوقلوی دیجیتال یک سازمان به یک پلت فرم قدرتمند و معماری گسترده سازمانی نیاز دارد، می تواند منجر به افزایش بازده و همچنین یک مزیت رقابتی قوی شود. در شرایط فعلی، مشاغل به طور مداوم در حال تغییر و توسعه هستند. یک دوقلوی دیجیتال سازمانی خطرات ناشی از این تغییرات را کاهش می دهد، به سازمانها اجازه می دهد قبل از اجرای تغییرات در دنیای واقعی، مسائل را پیش بینی کرده و اصلاحاتی انجام دهند.

هنگام استفاده از دوقلوی دیجیتال یک سازمان، رهبران می توانند آنها را در یک مدل مجازی پیاده سازی کنند. همانطور که می توانید تصور کنید، این امر امکان تنظیمات و تغییرات آسان را فراهم می کند. این بدان معنی است که رهبران قادر به بررسی گزینه ها و سناریوهای مختلف قبل از اجرای تغییرات عمده هستند.

علاوه بر حیاتی بودن ایجاد تغییرات، یک دوقلوی دیجیتال سازمانی برای انجام کارهای روزمره نیز مفید است. این امر اجازه می دهد تا رهبران در مورد نحوه کار سازمان خود بینش هایی را جمع آوری کنند و آنها را قادر می سازد زمینه های ناکارآمدی یا ضعف را که می تواند منجر به بهبود سازمان شود، شناسایی کنند. دوقلوی دیجیتال یک سازمان همچنین داده های گسترده عملکرد گذشته را ارائه می دهد، که می تواند به برنامه ریزی استراتژیک و بهینه سازی فرآیندها کمک کند.

به پایان می رسد می توان آن را تکرار کرد یا می توان به کند و کاو حوزه های مختلف در یک چرخه بهبود مداوم پرداخت.

ایجاد یک همزاد دیجیتال در طی عملیات کسب و کار در سازمان ها و صنایع متفاوت پاسخ هایی را برای پرسش هایی مشخص به شرح زیر فراهم می کند:

- آیا سازمان انتظارات مشتریان و شرکا را برآورده می سازد؟
 - آیا فرصت هایی برای ایجاد ارزش و تجربه های بهتر برای مشتری وجود دارد؟
 - آیا تغییرات در محیط خارجی (به عنوان مثال مقررات و رقابت) تاثیر مثبت یا منفی بر روی عملیات دارند؟
 - آیا برای مدیریت حجم اضافی فرآیندهای کسب و کاری از قبیل کمپین فروش موفق یا افزایش غیرمنتظره درخواست های خدمات مشتری منابع اضافی مورد نیاز است؟
 - چه زمانی بازگشت سرمایه با خودکارسازی فرآیندهای کسب و کار از طریق خودکارسازی پردازش رباتیک (RPA) یا سایر تغییرات سیستم محقق می شود؟
 - چگونه یک تغییر بر مشتریان، ذی نفعان داخلی و شرکا تاثیر می گذارد؟
 - آیا تغییر در یک فرآیند کسب و منجر به افزایش درآمدها و کاهش هزینه ها می شود؟
 - آیا مشکلات دسترسی به منابع (کارکنان، تأمین کنندگان خارجی، زیرساخت های فناوری، حمل و نقل و غیره) به تنگناهای پروژه منجر می شود؟
 - آیا یک تغییر در الگوهای کاری زمان چرخه فرایند را کاهش می دهد؟
- بعلاوه، از آنجا که همزاد دیجیتال بینشی در مورد اهداف و مدل های کسب و کار فراهم می کند، این فناوری می تواند ابزاری اساسی در آموزش کارمندان جدید و باسابقه باشد. استفاده از همزاد دیجیتال سازمانی برای آموزش می تواند به درک گسترده تری از کل فعالیت های کسب و کاری، اهداف عملکردی، استراتژی های کلی سازمان و دستورالعمل های اصلی آن منجر شود. در نتیجه، این به همه ذینفعان اجازه می دهد اهداف و عملیات در کل سازمان را درک و هماهنگ کنند.

جمع بندی

دوقلوهای دیجیتال با استفاده از داده ها، یادگیری ماشین و اینترنت اشیا سیستم ها و مشاغل را کارآمدتر می کنند و منجر به نتایج بهتر می شوند. مزیت اصلی یک دوقلوی دیجیتال این است که داده هایی را در زمان واقعی ارائه می دهد که می تواند به یادگیری، استدلال و درک نحوه کار چیزها و سیستم ها



مراجع

- 1) Crawford, Mark, "7 Digital Twin Applications for Manufacturing", *The American Society of Mechanical Engineers*, available at < <https://www.asme.org/topics-resources/content/7-digital-twin-applications-for-manufacturing> >, 2021.
- 2) Researchy and Markets, "The Future of the Digital Twins Industry to 2025 in Manufacturing, Smart Cities, Automotive, Healthcare and Transport", available at <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-future-of-the-digital-twins-industry-to-2025-in-manufacturing-smart-cities-automotive-healthcare-and-transport-301028858.html>, 2020.
- 3) Businessoptix, Creating a Digital Twin of your Organisation's Business Operations Whitepaper, 2021.
- 4) Parmar R, Leiponen A, Thomas LD. Building an organizational digital twin. *Business Horizons*. 2020 Nov 1;63(6):725-36
- 5) Tao F, Zhang H, Liu A, Nee AY. Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2018 Oct 1;15(4):2405-15.



RESEARCH

مرکز مطالعات و
تحقیقات شرکت فناپ

آدرس: ایران، تهران، پردیس، پارک علم و فناوری پردیس، نوآوری ۱۲، پلاک ۱۲۳



research.fanapsoft.com



fanapsoft.research@fanap.ir