تحول دیجیتال در بخش‌های صنعتی

معرفی شبکه جهانی شرکت‌های پیشرو در انقلاب چهارم صنعتی (فانوس‌های دریایی)

(گزارش هفتم)

معاونت بررسی‌های اقتصادی
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

تهیه و تنظیم: محمد عبده ابطحی

مسئول میز اقتصاد دیجیتال

معاونت بررسی‌های اقتصادی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

مرداد ۱۴۰۳

از طریق پست الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادها و نظرات اصلاحی خود را به واحد مربوطه منعکس نمایید:

economic_research@tccim.ir

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

فهرست مطالب

پیشگفتار..... ۴

۱. یک شبکه پویا به گسترش خود ادامه می‌دهد..... ۷

۱–۱. بیش از ۱۳۰ فانوس دریایی شروع یک فصل جدید را نشان می‌دهد..... ۸

۱–۲. موارد استفاده متنوع..... ۲۱

۲. فصل جدیدی آغاز می‌شود..... ۳۱

۲–۱. گسترش مقیاس در شبکه‌های تولید و فراتر از آن: یک عامل کلیدی و بااهمیت بالا..... ۳۲

۲–۲. بررسی واقعیت مقیاس: افشای حقیقت..... ۳۴

۲–۳. فانوس‌های دریایی در حال نوشتن داستان موفقیت در گسترش مقیاس هستند..... ۳۶

۲–۳–۱. فانوس‌های دریایی از آنچه برای گسترش مقیاس لازم است آگاه هستند..... ۳۶

۲–۳–۲. شناخت عوامل کلیدی..... ۳۸

۲–۳–۳. نقاط راه گسترش مقیاس: آماده برای دنبال کردن توسط دیگران..... ۳۹

منابع..... ۴۱

پیش‌گفتار

آنچه امروزه «**تحول دیجیتال**» نامیده می‌شود، تفکر، روندها و بکارگیری فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم است. تحول دیجیتال یک پارادایم شیفت یا تغییر مدل ذهنی است که بیشتر بر تحول استوار است تا فناوری، زیرا فناوری به‌هرحال همیشه کم‌وبیش در دسترس است، اما تحول در مدل ذهنی است که منجر به متفاوت بودن می‌شود. بنابراین تحول دیجیتال در صنعت، یک تغییر مدل ذهنی شامل سه رکن اساسی است: نخست بازتعریف مدل و فرایندهای کسب‌وکار، دوم تغییر نگاه به ذی‌نفعان و شناسایی دقیق آن‌ها و نیازهایشان و سوم بکارگیری مناسب و به‌اندازه فناوری‌های نوپدید (ابطحی, ۱۴۰۲).

مطابق برآورد IDC ارزش اقتصادی بازار تحول دیجیتال در سال ۲۰۲۲پیش از ۱.۶ تریلیون دلار بوده است که با نرخ رشد مرکب سالانه ۱۶.۴ درصد تا سال ۲۰۲۶ به بیش از ۳.۴ تریلیون دلار افزایش خواهد یافت (Statista, 2023) که این بزرگترین نرخ رشد در حوزه فناوری و یکی از بزرگترین‌ها در کل رشته‌های کسب و کار می‌باشد. این موضوع هم نشان می‌دهد که دنیا با چه سرعتی به استقبال انقلاب چهارم صنعتی می‌رود و هم زنگ خطر را برای کشورها و اقتصادهایی چون ایران به صدا درمی‌اورد که هنوز تحول دیجیتال اقتصاد خود را آنگونه که باید و شاید است شروع نکرده‌اند. غفلت از این موضوع می‌توان تهدیدکننده بود و نبود اقتصاد کشور در آینده نزدیک باشد. روندهایی وجود دارد که به آینده شکل می‌دهند. روندهای مهم آینده، هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات و دیجیتالی شدن اقتصاد هستند. رقابتی که امروز بین کشورها برای سرمایه‌گذاری و جذب متخصص در این زمینه‌ها وجود دارد در واقع رقابت برای داشتن دست برتر در آینده است. در آخرین جلسه مجمع جهانی اقتصاد نزدیک به ۸۰ درصد مباحث میزگردها و کارگاه‌های داووس ۲۰۲۴ حول محور فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی بوده است. داووس ۲۰۲۴، را **مثلث هوش مصنوعی، رقابت و فرصت‌های سرمایه‌گذاری** قلمداد نموده‌اند. (سریع‌القلم, ۱۴۰۲).

از این رو معاونت بررسی‌های اقتصادی اتاق تهران تصمیم گرفته است با راه‌اندازی «**میز مجازی اقتصاد دیجیتال**»، اهم روندهای دنیا در حوزه اقتصاد و تحول دیجیتال را رصد نماید و مجموعه‌ای از سیاست‌ها و اقدامات پیشنهادی را در یک سطح برای تحول دیجیتال کل صنعت کشور و در سطح دیگر برای مجموعه‌ای از زنجیره‌های ارزش منتخب[۱] ارائه نماید.

مجموعه گزارشات مورد بررسی موارد زیر را مورد هدف قرار خواهند داد:

۱- تحلیل کلیات اقتصاد دیجیتال (ابعاد اقتصادی، حکمرانی، تنظیم‌گری، استانداردها، نوآوری، کار آینده، آینده کار و. ..)

۲- بررسی تحول دیجیتال در صنعت به صورت اعم و در زنجیره‌های ارزش منتخب و در حوزه فناوری‌های پیشرو دیجیتال

۳- معرفی و تبیین مدل‌های جدید کسب و کار

[۱] در مأموریت‌های اتاق بازرگانی تهران بر توسعه تجارت بین‌المللی و خدمات کسب و کار در ۷ زنجیره ارزش شامل نساجی و پوشاک، انرژی، خدمات فنی – مهندسی، غذایی، شیمیایی و پلاستیکی،صنایع خلاق و ماشین‌آلات و تجهیزات تأکید شده است.

٤- ارزیابی روند توسعه انقلاب چهارم در کشورهای پیشرو و کشورهای منطقه

٥- پایش روندهای نوظهور در حوزه فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی

٦- گزارشات سیاستی در ارتباط با ابعاد مختلف انقلاب چهارم صنعتی و تحول دیجیتال

۷- معرفی تجارب موفق بین‌المللی در رسته‌های منتخب

۸- معرفی تجارب بین‌المللی در تهیه نقشه راه تحول دیجیتال در رسته‌های منتخب

۹- معرفی نهادها و شبکه‌های بین‌المللی تحول دیجیتال در رسته‌های منتخب و الگوسازی از ساختار و فعالیت آن‌ها

۱۰- معرفی مدل‌های ارزیابی آمادگی استقرار فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی در رسته‌های منتخب

در سطح بین‌المللی دوگونه نهادسازی در حوزه انقلاب چهارم صنعتی انجام شده است. در نوع اول کارخانه‌های پیشرو در انقلاب چهارم صنعتی **"فانوس دریایی**[۲]**"** نامیده شده و با محوریت شرکت معتبر مک‌کینزی یک شبکه بین آنها ایجاد شده است که «**شبکه جهانی فانوس دریایی**[۳] » نامیده می‌شود. بر اساس آخرین گزارشها، این شبکه در پایان سال ۲۰۲۳ بیش از ۱۵۰ شرکت تولیدی پیشرو عضو آن هستند(Bristol, de Boer, & Shahani, 2023) . نوع دوم نهادهای این حوزه، «**مرکز انقلاب چهارم صنعتی**» می‌باشد که مجمع جهانی اقتصاد (WEF[4]) یک شبکه برای هدایت، سازماندهی و اشتراک تجارب و فناوری بین آنها ایجاد نموده که عنوان آن، «**شبکه مراکز انقلاب چهارم صنعتی**[۵]» می‌باشد که در پایان سال ۲۰۲۳ حدود ۲۰ عضو داشته است(Keenan & Patterson-Waites, 2024) . این مراکز نقش کلیدی در هدایت انقلاب چهارم صنعتی و الگوسازی و سیاست‌گذاری برای توسعه تحول دیجیتال در بخش صنعت، در کشورهای محل حضور خود داشته‌اند.

این گزارش به معرفی شبکه جهانی فانوس‌های دریایی می‌پردازد. از آنجا که آخرین گزارش عملکرد موجود مربوط به ابتدای سال ۲۰۲۳ می‌باشد (Betti, et al., January 2023) ، لذا تعداد شرکت‌های موجود در این گزارش کمتر از تعداد ذکر شده در گزارش فوق‌الاشاره و برابر ۱۳۲ شرکت بوده‌است. این گزارش می‌تواند مبنایی برای الگوبرداری شرکت‌های کشور ما باشد. همچنین بازدید از این شرکت‌ها، می‌تواند به اتاق بازرگانی و سایر نهادهای تصمیم‌ساز در کشور نشان دهد که چه مسیری پیش‌روی اقتصاد کشور برای دیجیتالی شدن و تحول دیجیتال می‌باشد. انتظار می‌رود با دیدن این نمونه‌ها و آشنایی با آثار و پیامدهای مثبت فعالیت‌های انجام شده، مقاومت در برابر تحول دیجیتال در کسب و کارها کاهش یابد.

[2] Lighthouses
[3] The Global Lighthouse Network
[4] World Economic Forum (WEF)
[5] The Centre for the Fourth Industrial Revolution Network

خلاصه مدیریتی

ازسال ۲۰۱۸، فانوس‌های دریایی‌که توسط مجمع جهانی اقتصاد و با همکاری مک‌کینزی[۶] به رسمیت شناخته شده‌اند، پیشتازان انقلاب صنعتی چهارم بوده‌اند. توانایی آن‌ها در ایجاد تأثیر در مقیاس[۷] در همه جغرافیاها و بخش‌ها همچنان عامل اصلی تمایز باقی مانده است، حتی اگر چالش‌ها با گذشت زمان‌تغییر کرده باشند. در مجموع ۱۳۹ «مورد استفاده[۸]» که منجر به بهبود دو رقمی در معیارهای مالی، عملیاتی و پایداری شده است، نشانگر موفقیت آن‌ها است.

فصل‌جدیدی از انقلاب صنعتی چهارم -گسترش فناوری‌های پیشرفته در سراسر شبکه‌های تولید و فراتراز آن - در بحبوحه ادامه اختلالات عمده جهانی که شامل افزایش‌شدید قیمت انرژی و تورم، کمبود استعدادها، اختلال در زنجیره تامین و تاثیر فزاینده تغییرات آب و هوایی می‌شود، در حال انجام است. در مقابل این پس زمینه، نظرسنجی برای درک موقعیت شرکت‌های فانوس دریایی و غیرفانوس دریایی انجام شد. نتایج **سه اولویت استراتژیک** اصلی پاسخ دهندگان را در تمام صنایع و مناطق‌نشان داد: **بهره‌وری، پایداری و انعطاف پذیری**. گسترش مقیاس فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در سراسر شبکه‌های تولید به عنوان اهرمی بسیار تاثیرگذار برای دستیابی به این موارد در نظر گرفته می‌شود.

با این حال، این نوع تغییر مقیاس[۹] دشوار است. تغییر مقیاس فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در تمام امکانات شبکه تولید یک شرکت به طور قابل توجهی دشوارتر از استقرار در یک مرکز است.شرکت‌های فانوس‌های دریایی از آنچه برای موفقیت لازم است آگاه هستند و در مورد زمان لازم برای تحول دیجیتال واقع‌بینانه هستند. این در حالی است که سایر تولیدکنندگان مورد بررسی درک و آگاهی کمتری پیرامون این موضوع را دارند..

این«شکاف آگاهی» آشکارا نشانه‌ای گویا است: ۸۸ درصد از شرکت‌های فانوس دریایی گزارش می‌دهند که از سطح برنامه ریزی برای ارتقای انقلاب صنعتی چهارم و شبکه تولیدشان جلوتر هستند.، ر مقابل گزارش ۶۰ درصد از شرکت های غیرفانوس دریایی بیانگر آن است که هیچ کدام از این شرکت‌ها از برنامه ریزی خود برای توسعه انقلاب صنعتی چهارم و سطح تولیدی برنامه‌ریزی شده، پیشی نگرفته‌اند. بنابراین هنگام شروع سفر به سمت دیجیتالی شدن، می‌بایست سازمان‌ها به خوبی نسبت به جدول زمانی خود واقع بین بوده و طیف گسترده‌ای از ریسک‌های احتمالی‌را در نظر بگیرند.

در حالی که تنها ۷ درصد از شرکت‌های تولیدی در استفاده از تکنیک‌های پیشرفته توانمند هستند، این نسبت برای فانوس‌های دریایی به ۲۰ درصد بازده می‌رسد.

هنگامی‌که در مورد مانع اصلی تغییر مقیاس سوال می‌شود، اکثر شرکت‌های غیرفانوس‌های دریایی به عدم تعهد رهبری و سرمایه‌گذاری اشاره می‌کنند، در حالی که فانوس‌های دریایی فقدان استراتژی را مانع اصلی می‌دانند. با توجه به

[6] McKinsey & Company
[7] impact at scale
[8] use cases
[9] scaling

توانمندسازی‌های برتر دیجیتالی‌سازی، فانوس‌های دریایی عمدتاً دفاتر مشارکت نیروی کار و دفاتر تحول را مهم‌ترین مانع می‌دانند.

این تفاوت ها یک شکاف آگاهی در خصوص آنچه برای تغییر مقیاس لازم است را نشان می دهند. اگر فانوس‌های غیردریایی با درنظر گرفتن آنچه فانوس‌های دریایی پیش‌تر آموخته‌اند، در یک«استراتژی پیرو هوشمند» شرکت کنند، می‌توانند سریع‌تر در مقیاس بزرگتر به پیاده‌سازی فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی اقدام کنند و از گسترش ریسک‌ها اجتناب کنند. این کار با شناخت سه مورد ضروری برای موفقیت شروع می‌شود. ابتدا یک **استراتژی روشن** و مبتنی بر ارزش لازم است. بدون جهت روشن، گستردگی امکانات و تنوع کاربردها و فناوری‌ها، سازمان‌ها در برزخ پروژه‌های آزمایشی باقی خواهند ماند. دوم، **سرمایه‌گذاری** روی **افراد** لازم است. بدون مدل‌های منابع و قابلیت‌های مناسب، یک تحول به زودی از منابع خارج می‌شود. سوم، راه‌اندازی **حکمرانی درست** مورد نیاز است. بدون تضمین ارزش و حکمرانی- همراه با موتور اجرایی مناسب- شرکت‌ها نمی‌توانند ارزشی را که به دنبال آن هستند بدست آورند یا تأثیر واقعی‌ایجاد کنند. مطالعات موردی ارائه شده در اینجا به طور مشخص این موارد ضروری را نشان می‌دهد.

باتوجه به اینکه تولیدکنندگان آغازگر فصل بعدی انقلاب صنعتی چهارم هستند، چالش دستیابی به تغییر مقیاس، در سراسر شبکه‌های تولید، و فراتر از آن در پوشش دادن به نیازمندی‌ها و انتظارات تامین‌کنندگان و مشتریان و حرکت به سمت عملکردهای جدید، مورد توجه است. سازمان‌ها باید تعهد خود را به استراتژی‌های رشد مسئولانه مضاعف کنند و با درگیر کردن عوامل کلیدی برای دستیابی به بهره‌وری و در عین حال اولویت‌بندی پایداری و توسعه نیروی کار، سخت و هوشمندانه کارکنند. این فراخوانی برای جامعه جهانی تولید است: **به شبکه جهانی‌فانوس دریایی بپیوندید تا از شرکت‌های فانوس‌های دریایی بیشتر بیاموزید و از آن‌ها الگو بگیرید، یا بخشی از گروهی از رهبرانی شوید که راه را برای فصل بعدی انقلاب صنعتی چهارم روشن می‌کنند.**

۱. یک شبکه پویا به گسترش خود ادامه می‌دهد

اندازه شبکه جهانی فانوس دریایی نشان می‌دهد که فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در مقیاس بزرگ در حال پذیرش هستند.

جهان از اوایل انقلاب صنعتی چهارم دستخوش تغییرات اساسی‌شده است. از دیدگاه شبکه جهانی فانوس دریایی، آن انقلاب در سال ۲۰۱۸ با به رسمیت شناختن اولین پیشتازان تولید به عنوان فانوس دریایی متبلور شد.

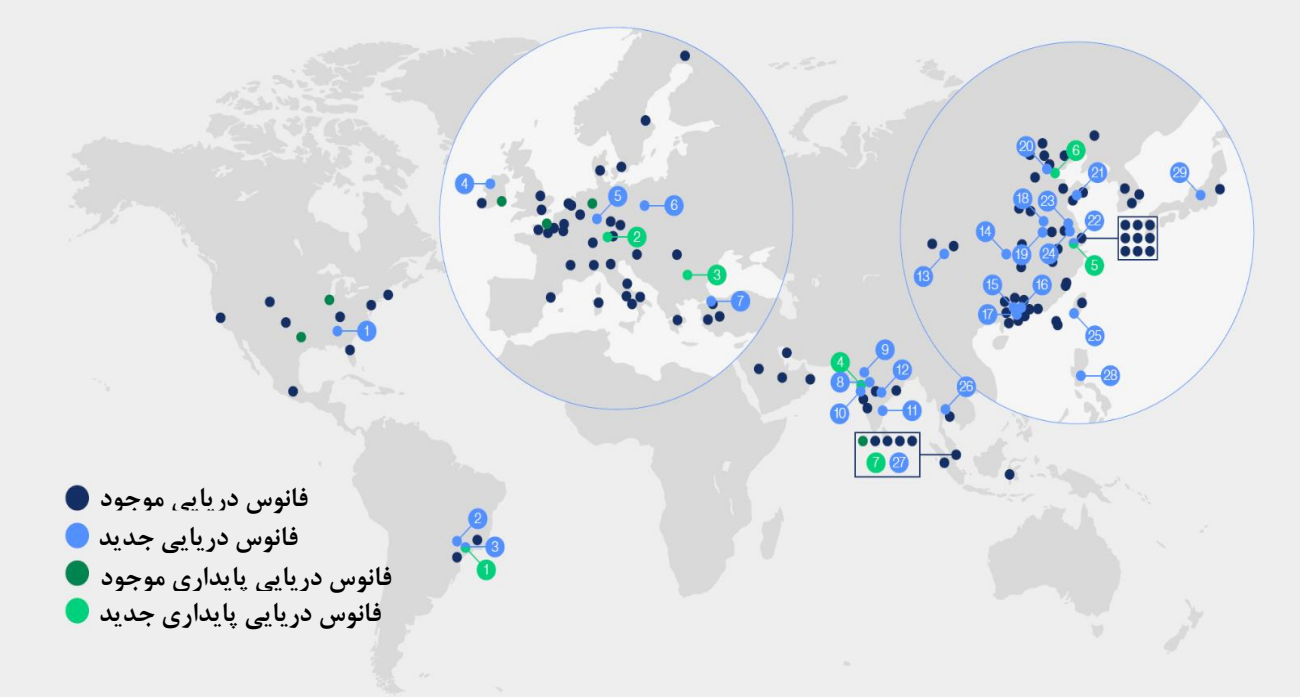
تجزیه و تحلیل دقیق بسیاری از سایت‌ها، نشان می‌دهد گروه کوچکی از پیشتازان وجود دارند که موفق به اجرایی نمودن پروژه‌های تحول دیجیتال در مقیاس مناسب می‌شوند. توانایی‌درگیر کردن دگرگونی در مقیاس، عامل اصلی تمایز درآن زمان

بود و اکنون نیز وجود دارد. چالش‌ها تغییر کرده‌اند بااین حال، با گذشت زمان رویکردهای لازم برای ایجاد و حفظ شتاب وجود دارد.

مشخص‌است که هر شبکه تولیدی برای موفقیت از نظر اقتصادی و پایدار، باید هم در سطح محلی و هم در سطح جهانی موفق باشد. اعضای شبکه جهانی فانوس دریایی متبلور شده‌اند که چگونه فناوری چهارمین انقلاب صنعتی و حالت‌های کار می‌تواند به شرکت‌ها در موفقیت در هر دو سطح کمک کند و در عین حال نسبت به تغییر شبکه‌های تولید در آینده انعطاف‌پذیرتر باشد.

۱–۱. بیش از ۱۳۰ فانوس دریایی شروع یک فصل‌جدید را نشان می‌دهد

ازسال ۲۰۱۸، شبکه جهانی فانوس دریایی رشد کرده و شامل۱۳۲ سایت عضو شده است که توسط یک هیئت متخصص مستقل انتخاب شده‌اند. این شبکه شامل ۲۹ فانوس دریایی‌جدید در سال ۲۰۲۲ و تعیین هفت فانوس دریایی پایداراست. این شبکه بخش‌های صنعتی را از کالاهای بسته‌بندی مصرف‌کننده، صنایع فرآیندی و صنایع پیشرفته گرفته تا محصولات دارویی و پزشکی را در بر می گیرد. دقیقاً همانطور که از زمان شروع شبکه، این سایت‌ها تاثیر خود را در شاخص‌های عملکرد عملیاتی، از جمله پایداری، بهره‌وری، چابکی، سرعت در بازار و سفارشی‌سازی نشان داده‌اند.



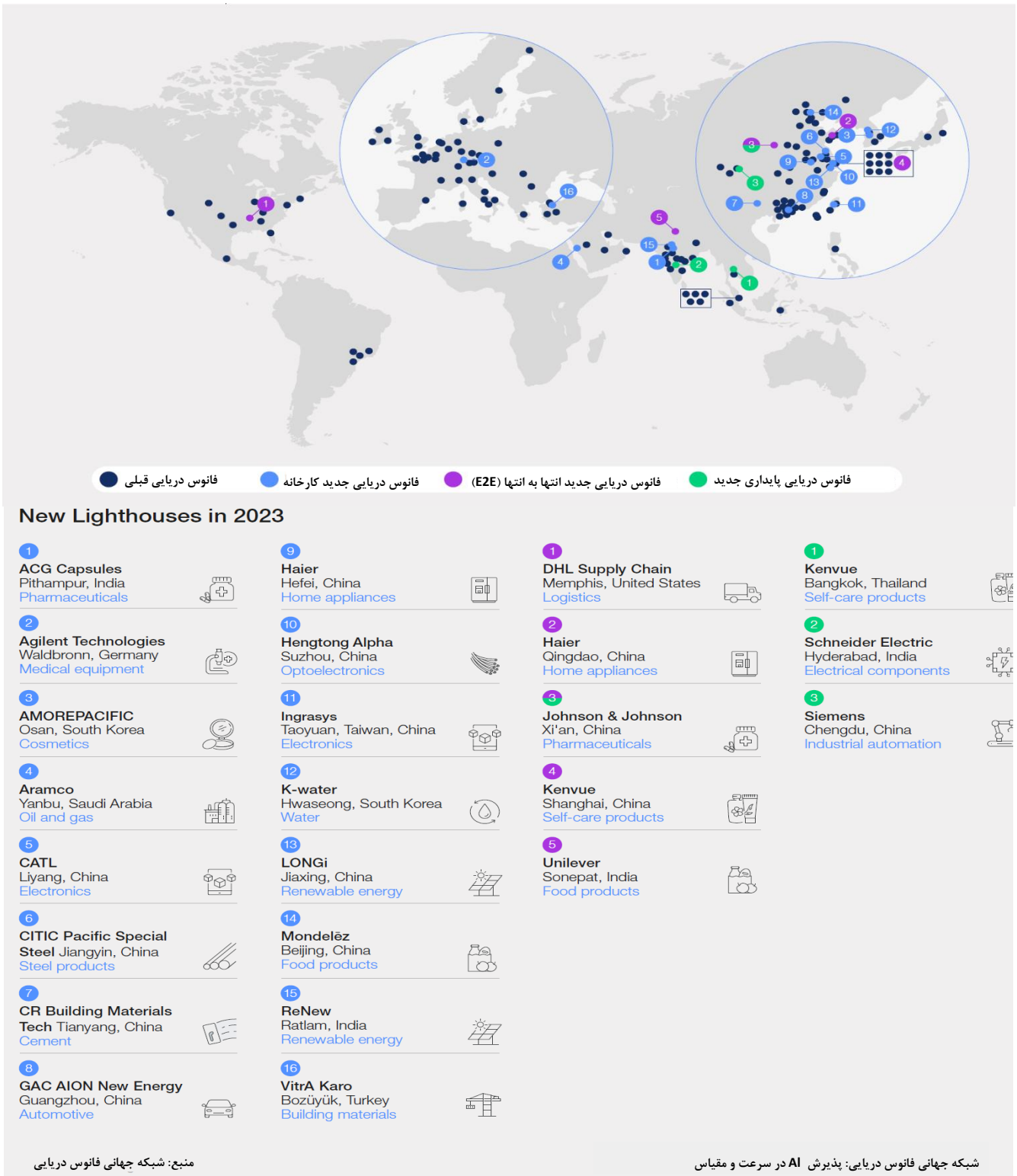
New lighthouses in 2022

1 **LG Electronics** Clarksville, US
2 **Unilever** Indaiatuba, BR
3 **Flex** Sorocaba, BR
4 **The Coca-Cola Company** Ballina, IE
5 **MantaMESH** Fröttstädt, DE
6 **Danone** Opole, PL
7 **Bosch** Bursa, TR
8 **Cipla** Indore, IN
9 **CEAT** Halol, IN
10 **Johnson & Johnson Consumer Health** Mulund, IN
11 **Mondelēz** Sri City, IN
12 **Dr. Reddy's Laboratories** Hyderabad, IN
13 **Contemporary Amperex Technology** Yibin, CN
14 **Sany Heavy Industry** Changsha, CN
15 **Wistron** Zhongshan, CN
16 **Foxconn Industrial Internet** Shenzhen, CN
17 **Midea** Foshan, CN
18 **Lenovo** Hefei, CN
19 **Haier** Hefei, CN
20 **Unilever** Tianjin, CN
21 **Haier** Qingdao, CN
22 **Western Digital** Shanghai, CN
23 **Mondelēz** Suzhou, CN
24 **Huayi New Material** Shanghai, CN
25 **Advanced Semiconductor Engineering** Kaohsiung, TW, CN
26 **Western Digital** Bang Pa-in, TH
27 **Agilent Technologies** Singapore, SG
28 **Western Digital** Laguna, PH
29 **Procter & Gamble** Takasaki, JP

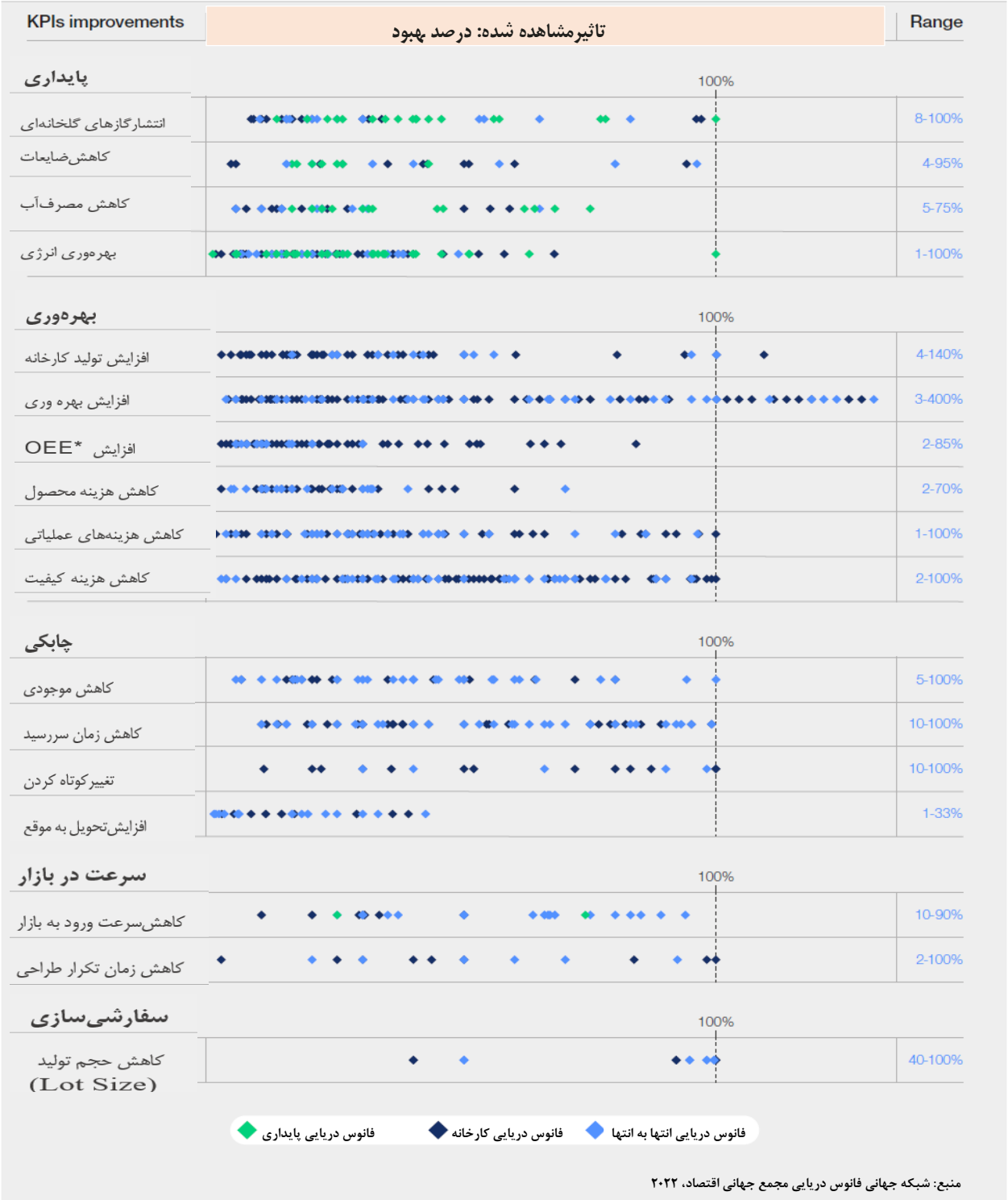
1 **Flex** Sorocaba, BR
2 **Siemens** Amberg, DE
3 **Arçelik** Ulmi, RO
4 **Unilever** Dapada, IN
5 **Western Digital** Shanghai, CN
6 **Haier** Tianjin, CN
7 **Micron** Singapore, SG

منبع: شبکه جهانی فانوس دریایی مجمع جهانی اقتصاد

شکل ۱- شبکه جهانی فانوس دریایی تا ژانویه ۲۰۲۳ شامل ۱۳۲ فانوس دریایی، که ۳۶ شرکت در سال ۲۰۲۲ اضافه شده‌اند



شکل ۲- شبکه جهانی فانوس دریایی تا دسامبر ۲۰۲۳ شامل ۱۵۳ فانوس دریایی، که ۲۴ شرکت در طول سال ۲۰۲۳ اضافه شده‌اند



منبع: شبکه جهانی فانوس دریایی مجمع جهانی اقتصاد، ۲۰۲۲

شکل ۳- تأثیرات سفر دیجیتالی فانوس‌های دریایی بر شاخص های عملکرد عملیاتی و پایداری‌محیطی شرکت‌ها

کالاهای بسته بندی مصرفی

Alibaba
Apparel, Hangzhou, CN

The Coca-Cola Company
Beverages, Ballina, IE

Danone
Food products, Opole, PL

Henkel
Home / fabric care products, Düsseldorf, DE

Henkel
Home / fabric care products, Montornès, ES

Henkel
Home / fabric care products, Toluca, MX

Mondelēz
Food products, Sri City, IN

Mondelēz
Food products, Suzhou, CN

Procter & Gamble
Fabric care products, Amiens, FR

Procter & Gamble
Personal care, Guangzhou, CN

Procter & Gamble
Fabric care products, Lima, OH, US

Procter & Gamble
Home / fabric care products, Rakona, CZ

Procter & Gamble
Personal / fabric care products, Taicang, CN

Procter & Gamble
Home / fabric care products, Takasaki, JP

Tsingtao Brewery Co
Beverages, Qingdao, CN

Unilever
Fabric care products, Dapada IN

Unilever
Personal care products, Dubai, UAE

Unilever
Care products, Hefei, CN

Unilever
Fabric care products, Indaiatuba, BR

Unilever
Food products, Taicang, CN

Unilever
Food products, Tianjin, CN

صنایع فرآیندی

Baoshan Iron & Steel
Steel products, Shanghai, CN

DCP Midstream
Oil and gas, Denver, CO, US

Huayi New Material
Chemicals, Shanghai, CN

MODEC
Oil and gas, Rio de Janeiro, BR

Petkim
Chemicals, Izmir, TR

Petrosea
Mining, Tabang, ID

POSCO
Steel products, Pohang, KR

Renew Power
Renewable energy, Hubli, IN

Saudi Aramco
Oil and gas, Abqaiq, SA

Saudi Aramco
Oil and gas, Khurais, SA

Saudi Aramco
Oil and gas, Uthmaniyah, SA

STAR refinery
Oil and gas, Izmir, TR

Tata Steel
Steel products, Ijmuiden, NL

Tata Steel
Steel products, Jamshedpur, IN

Tata Steel
Steel products, Kalinganagar, IN

صنایع پیشرفته

Advanced Semiconductor Engineering (ASE)
Semiconductors, Kaohsiung, TW, CN

AGCO
Agricultural equipment, Marktoberdorf, DE

Arçelik
Home appliances, Eskişehir, TR

Arçelik
Home appliances, Ulmi, RO

AUO
Optoelectronics, Taichung, TW, CN

BMW Group
Automotive, Regensberg, DE

BOE Optoelectronics Technology
Optoelectronics, Fuzhou, CN

Bosch
Automotive, Bursa, TR

Bosch
Automotive, Changsha, CN

Bosch
Automotive, Suzhou, CN

Bosch
Automotive, Wuxi, CN

Contemporary Amperex Technology
Electronics, Ningde, CN

Contemporary Amperex Technology
Electronics, Yibin, CN

CEAT
Automotive, Halol, IN

CITIC Dicastal
Automotive, Qinhuangdao, CN

Danfoss
Industrial equipment, Tianjin, CN

De'Longhi
Home appliances, Treviso, IT

Ericsson
Electronics, Lewisville, TX, US

Fast Radius with UPS
Additive manufacturing, Chicago, IL US

Flex
Electronics, Althofen, AT

Flex
Electronics, Sorocaba, BR

Ford Otosan
Automotive, Kocaeli, TR

FOTON Cummins
Automotive, Beijing, CN

Foxconn
Electronics, Chengdu, CN

Foxconn Industrial Internet
Electronics, Shenzhen, CN

Foxconn Industrial Internet
Electronics, Shenzhen, CN

Foxconn
Electronics, Wuhan, CN

Foxconn
Electronics, Zhengzhou, CN

Groupe Renault
Automotive, Cléon, FR

Groupe Renault
Automotive, Curitiba, BR

Groupe Renault
Automotive, Maubeuge, FR

Haier
Home appliances, Hefei, CN

Haier
Home appliances, Qingdao, CN

Haier
Home appliances, Qingdao, CN

Haier
Home appliances, Shenyang, CN

Haier
Home appliances, Tianjin, CN

Haier
Home appliances, Zhengzhou, CN

Hitachi
Industrial equipment, Hitachi JP

HP
Electronics, Singapore, SG

Infineon
Semiconductors, Singapore, SG

Innolux
Optoelectronics, Kaohsiung, TW, CN

Lenovo
Electronics, Hefei, CN

LG Electronics
Electronics, Clarksville, TN, US

LG Electronics
Electronics, Changwon, KR

LS ELECTRIC
Electrical components, Cheongju, KR

MantaMESH
Industrial Equipment, Fröttstädt, DE

Micron
Semiconductors, Singapore, SG

Micron
Semiconductors, Taichung, TW, CN

Midea
Home appliances, Foshan, CN

Midea
Home appliances, Guangzhou, CN

Midea
Home appliances, Hefei, CN

Midea
Home appliances, Jingzhou, CN

Midea
Home appliances, Foshan, CN

Nokia
Electronics, Oulu, FI

Phoenix Contact
Industrial automation, Blomberg, DE

Protolabs
Additive manufacturing, Plymouth, MN US

Rold
Electrical components, Cierro Maggiore, IT

SAIC Maxus
Automotive, Nanjing, CN

Sandvik Coromant
Industrial tools, Gimo, SE

Sany Heavy Industry
Industrial equipment, Beijing, CN

Sany Heavy Industry
Industrial equipment, Changsha, CN

Schneider Electric
Electrical components, Batam, ID

Schneider Electric
Electrical components, Hyderabad, IN

Schneider Electric
Electrical components, Le Vaudreuil, FR

Schneider Electric
Electrical components, Lexington, KY, US

Schneider Electric
Electrical components, Wuxi, CN

Siemens
Industrial automation products, Amberg, DE

Siemens
Industrial automation products, Chengdu, CN

Weichai
Industrial machinery, Weifang, CN

Western Digital
Electronics, Bang Pa-In, TH

Western Digital
Electronics, Laguna, PH

Western Digital
Electronics, Penang, MY

Western Digital
Electronics, Prachinburi, TH

Western Digital
Electronics, Shanghai, CN

Wistron
Electronics, Kunshan, CN

Wistron
Electronics, Zhongshan, CN

منبع: شبکه جهانی فانوس دریایی مجمع جهانی اقتصاد

شکل ٤- شبکه فانوس دریایی از نظر اندازه و تنوع در تمام بخش‌های صنعت در حال رشد است

محصولات دارویی و پزشکی

Agilent Technologies Medical equipment, Singapore, SG	**GSK** Pharmaceuticals, Ware, UK	**Johnson & Johnson DePuy Synthes** Medical devices, Cork, IR	**Johnson & Johnson Vision Care** Medical devices, London, UK
Bayer Pharmaceutical, Garbagnate, IT	**Johnson & Johnson Consumer Health** Self-care products, Bangkok, TH	**Johnson & Johnson DePuy Synthes** Medical devices, Suzhou, CN	**Novo Nordisk** Pharmaceuticals, Hillerød, DK
Cipla Pharmaceuticals, Indore, IN	**Johnson & Johnson Consumer Health** Self-care products, Helsingborg, SE	**Johnson & Johnson Janssen** Pharmaceuticals, Cork, IR	**Sanofi** Pharmaceuticals, Paris, FR
Dr. Reddy's Laboratories Pharmaceuticals, Hyderabad, IN	**Johnson & Johnson Consumer Health** Self-care products, Mulund, IN	**Johnson & Johnson Janssen** Pharmaceuticals, Latina, IT	**Teva** Pharmaceuticals, Amsterdam, NL
GE Healthcare Medical equipment, Hino, JP	**Johnson & Johnson DePuy Synthes** Medical devices, Bridgewater, NJ, US	**Johnson & Johnson Vision Care** Medical devices, Jacksonville, FL, US	**Zymergen** Biotechnology, Emeryville, CA, US

منبع: شبکه جهانی فانوس دریایی مجمع جهانی اقتصاد

شکل ٤- شبکه فانوس دریایی از نظر اندازه و تنوع در تمام بخش‌های صنعت در حال رشد است (ادامه)

همانطور که اشاره شد فانوس‌های دریایی در حال استقرار ۱۳۹ مورد استفاده هستند که برخی از آن‌ها در محل تولید و برخی دیگر بر روی اتصال زنجیره ارزش انتها به انتها[۱۰] تمرکز دارند. مجموعه این موارد استفاده به شرح زیر هستند:

❖ سایت تولید Manufacturing site

➢ ماشین آلات و مونتاژد یجیتال

۱. تولید افزودنی (چاپ سه بعدی)

۲. اینترنت صنعتی پیشرفته اشیا (IIoT) برای بهینه‌سازی فرآیند

۳. بهینه‌سازی عملکرد ماشین با هدایت هوش مصنوعی (AI)

٤. سیستم مدیریت مواد با هوش مصنوعی

٥. کنترل فرآیند مبتنی بر هوش مصنوعی

٦. حمل و نقل خودکار مواد

۷. طراحی خودکار ابزار

۸. روباتیک و اتوماسیون مشارکتی

۹. بهینه‌سازی زمان چرخه از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ در خطوط PLC[11]

۱۰. مهندسی دیجیتال

۱۱. ابزارهای ناب دیجیتال (به عنوان مثال eKanban[۱۲])

۱۲. دوقلو دیجیتال برای تولید انعطاف پذیر

۱۳. تولید انعطاف پذیر دیجیتالی فعال

۱٤. پیکربندی تولید مدولار به صورت دیجیتالی

[10] end-to-end value chain

[11] Programmeable logic controller

[۱۲] کانبان (Kanban)واژه ای ژاپنی به معنای "نشانه بصری" یا "کارت" است. کانبان چهارچوبی مصور است که برای پیاده سازی و اجرای **مدیریت پروژه چابک** استفاده میشود و نشان میدهد که چه محصولی ،در چه زمانی و به چه مقدار باید تولید گردد. این روش تغییرات کوچک و تصاعدی را به سیستم حال حاضر شما القا میکند و نیازی به راه اندازی و یا پروسه خاصی برای اجرا ندارد(بدین معنی که شما میتوانید بر روی گردش کارهای موجود خود پیاده سازی نمایید). روش کانبان از سیستم تولید شرکت تویوتا و تولید ناب الهام گرفته شده است. eKanban به معنی دیجیتالی نمودن فرآیند کانبان می‌باشد.

۱۵. فعال‌سازی زمان تاکت متغیر به صورت دیجیتالی

۱۶. توالی مونتاژ با نور هدایت‌شده

۱۷. واقعیت ترکیبی برای فعال کردن آموزش دیجیتال

۱۸. سیستم مکان یابی بلادرنگ (RTLS) برای اجزای کلیدی تولید

۱۹. اتوماسیون فرآیند تعمیر

۲۰. تعادل خودکار خطوط

➢ تعمیر و نگهداری دیجیتال

۲۱. پلتفرم تجزیه و تحلیل برای شناسایی علت اصلی انحراف

۲۲. بهینه‌سازی هزینه عملیات سنگین از طریق تحلیل حسگر

۲۳. پیشگیری و تشخیص نشت خط لوله به صورت دیجیتالی

۲۴. تجمیع زنگ هشدار ماشین، اولویت بندی و حل مسئله با استفاده از تجزیه و تحلیل

۲۵. جمع‌آوری داده‌های تعمیر و نگهداری پیشگیرانه بر اساس داده‌های تاریخی و به کمک حسگرها

۲۶. بهینه‌سازی زمان واقعی هزینه خط لوله بر اساس سنسورهای لبه

۲۷. کمک از راه دور با استفاده از واقعیت افزوده

۲۸. وسایل نقلیه بدون سرنشین برای بازرسی

➢ مدیریت عملکرد دیجیتال

۲۹. پلتفرم تجزیه و تحلیل برای بهینه‌سازی تولید از راه دور

۳۰. پلتفرم تجزیه و تحلیل برای مدیریت بازده و تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای

۳۱. داشبوردهای دیجیتال برای نظارت بر عملکرد OEE[13]

۳۲. پلتفرم استخدام دیجیتال متناسب با کف کارگاه

۳۳. ابزارهای دیجیتال برای تقویت نیروی کار متصل

[13] Overall Equipment Effectiveness (OEE)

۳٤. دوقلو دیجیتال برای بهینه‌سازی تولید از راه دور

۳۵. تطبیق انسان و ماشین به صورت دیجیتالی

۳٦. سیستم هوشمند ساخت سازمانی برای ارتقاء مدیریت عملیات

۳۷. پلتفرم یکپارچه سازی برای اتصال داده‌های سطح ماشین با نرم افزار سازمانی

۳۸. نظارت و تجسم عملکرد دارایی در زمان واقعی

۳۹. گزارش شاخص‌های عملکرد کلیدی تولید مبتنی بر حسگر (KPI).

٤۰. ابزار هوشمند ارتقای مهارت نیروی کار

٤۱. پیش بینی ریسک طبیعی مبتنی بر تجزیه و تحلیل داشبوردهای دیجیتالی برای نظارت بر عملکرد OEE

➢ کنترل کیفیت دیجیتال

٤۲. بازرسی نوری مبتنی بر هوش مصنوعی مدیریت ایمنی

٤۳. تست و تعمیر خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی

٤٤. بازرسی نوری درون خطی خودکار برای جایگزینی بازرسی دستی محصول نهایی

٤۵. بازرسی خودکار فعال شده توسط رشته دیجیتال

٤٦. ممیزی کیفیت دیجیتال

٤۷. دستورالعملهای کار دیجیتال و عملکردهای کیفیت

٤۸. انتشار دسته‌ای دیجیتالی فعال

٤۹. تشخیص خرابی کیفیت فعال شده به صورت دیجیتالی

۵۰. رویه‌های استاندارد دیجیتالی برای عملیات خط با گردش کار یکپارچه

۵۱. جمع‌آوری خرابی‌های کیفیت میدان، اولویت‌بندی و حل مسئله با تجزیه و تحلیل پیشرفته

۵۲. مدیریت کیفیت تولید مبتنی بر اینترنت اشیا

۵۳. عینک واقعیت ترکیبی برای راهنمایی اپراتورها در بازرسی پایان خط

۵٤. بهبود کیفیت با تجزیه و تحلیل پیش بینی

۵۵. اسکن برای جایگزینی و بهبود عملکرد ماشین‌های اندازه‌گیری هماهنگ با هزینه بالا (CMM)

۵۶. بازرسی نویز با هوش مصنوعی

۵۷. بهینه‌سازی تست مبتنی بر هوش مصنوعی

➢ پایداری مبتنی بر دیجیتال

۵۸. تجزیه و تحلیل پیشرفته فعال شده برای کاهش مصرف آب شرب و بهینه‌سازی تصفیه آب آلوده

۵۹. ردیابی و گزارش سرتاسری CO_2 در کل زنجیره ارزش

۶۰. تجزیه و تحلیل پیشرفته فعال شده جهت بهینه‌سازی پایداری

۶۱. دوقلو دیجیتال برای پایداری

۶۲. تجمیع داده مبتنی بر حسگر زمان واقعی IIoT برای مدیریت انرژی، انتشار، زباله و آب

۶۳. IIoT و بهینه‌سازی مصرف انرژی مبتنی بر تجزیه و تحلیل پیشرفته

۶۴. پیش بینی و بهینه‌سازی مصرف انرژی با هوش مصنوعی

❖ زنجیره ارزش انتها به انتها

➢ تأمین اتصال به شبکه

۶۵. خرید چابک از طریق پیش بینی قیمت

۶۶. تقاضای کل در سراسر شبکه تامین‌کننده سرتاسری

۶۷. تدارکات مبتنی بر تجزیه و تحلیل که توسط هوش مصرف و مکعب هزینه خودکار پشتیبانی می‌شود

۶۸. پیش‌بینی ریسک عرضه مبتنی بر تجزیه و تحلیل

۶۹. هوش مصنوعی برای سرعت بخشیدن به مقیاس‌گذاری برنامه‌های دیجیتال در سراسر سایت‌ها

۷۰. بررسی قرارداد مبتنی بر هوش مصنوعی برای تصمیم گیری

۷۱. مدیریت عملکرد تامین کننده دیجیتال

۷۲. سیستم فراخوانی خودکار مواد به صورت دیجیتالی فعال

۷۳. مذاکرات دیجیتالی فعال

۷٤. تجزیه و تحلیل داده‌های مشترک با سازنده تجهیزات اصلی برای بهینه‌سازی فرآیند

۷۵. قابلیت ردیابی بخشی از برچسب دیجیتال منحصر به فرد بر اساس اسکن سطح

۷٦. مدل سازی باید هزینه برای حمایت از تصمیم گیری در مقابل خرید

۷۷. ردیابی کیفیت تامین کننده و مواد

۷۸. تحویل مواد تامین کننده توسط eKanban

۷۹. پیش بینی کیفیت مواد تامین کننده با استفاده از تجزیه و تحلیل پیشرفته

۸۰. پلتفرم تجزیه و تحلیل برای مناقصات

۸۱. ایجاد طبقه بندی هزینه های هوشمند دریاچه داده‌های مصرف جهانی

۸۲. کاهش هزینه لجستیک از طریق تجزیه و تحلیل ظرفیت و پیش بینی قیمت را فعال می‌کند.

➢ توسعه محصول نهایی

۸۳. تجزیه و تحلیل پیشرفته برای مدیریت عملکرد در سراسر ایده به بازار

۸٤. طراحی خودکار برای تجزیه و تحلیل تولید

۸۵. طراحی و آزمایش محصول با داده‌های بزرگ/Al-enabled

۸٦. جمع سپاری و مسابقات برای توسعه راه‌حل‌های دیجیتال

۸۷. پیاده سازی نخ دیجیتال از طریق چرخه عمر توسعه محصول

۸۸. توسعه محصول با استفاده از روباتیک

۸۹. نمونه‌سازی سریع برون سپاری شده

۹۰. تست اتوماسیون

۹۱. واقعیت مجازی پشتیبان نمونه‌سازی اولیه

۹۲. پرینت سه بعدی برای پشتیبانی نمونه‌سازی طراحی

۹۳. شبیه سازی سه بعدی / دوقلو دیجیتال برای طراحی و آزمایش محصول

۹٤. طراحی خودکار محصول

➢ برنامه‌ریزی انتها به انتها

۹۵. تجزیه و تحلیل پیشرفته برای بهینه‌سازی ردپای تولید و توزیع

۹۶. تجزیه و تحلیل برای برنامه‌ریزی و زمان بندی منابع انبار پویا

۹۷. برنامه‌ریزی حلقه بسته

۹۸. برنامه‌ریزی کسب و کار یکپارچه دیجیتال بهینه‌سازی شبکه پویا

۹۹. برنامه‌ریزی تولید پویا با دوقلو دیجیتال

۱۰۰. شبیه‌سازی پویا برای طراحی انبار

۱۰۱. پلتفرم مشاهده زنجیره تامین بلادرنگ E2E

۱۰۲. برنامه‌ریزی اصلی بدون لمس

۱۰۳. پیش‌بینی تقاضای پیش‌بینی‌کننده پر کردن موجودی پیش‌بینی‌کننده

۱۰۴. برنامه‌ریزی تولید با تجزیه و تحلیل پیشرفته بهینه شده است

۱۰۵. مدیریت موجودی در زمان واقعی (داخلی/خارجی)

۱۰۶. فروش در زمان واقعی و برنامه‌ریزی عملیات (S&OP)

➢ تحویل انتها به انتها

۱۰۷. استفاده از دارایی و مدیریت محوطه برای تدارکات در دسترس (ATP) بر اساس محدودیت‌های زمان واقعی

۱۰۸. انتخاب و حمل و نقل با قابلیت دیجیتال

۱۰۹. برج کنترل لجستیک دیجیتال

۱۱۰. آهنگ و ردیابی دیجیتال

۱۱۱. بهینه‌سازی تحویل پویا

۱۱۲. مدیریت سفارش بدون لمس

۱۱۳. نگهداری پیش بینی در دارایی های ناوگان

۱۱٤. اجرای لجستیک با قابلیت رباتیک

۱۱٥. استفاده از حمل و نقل

۱۱٦. پرینت سه بعدی

۱۱۷. دوقلوی دیجیتالی سیستم حمل و نقل مواد

۱۱۸. فعال‌سازی لجستیک مبتنی بر بلاک‌چین

➢ ارتباط با مشتری

۱۱۹. پشتیبانی مشتری با هوش مصنوعی

۱۲۰. دستگاه‌های متصل برای ردیابی و اندازه‌گیری رفتارهای مصرف کننده

۱۲۱. دستگاه‌های متصل برای ردیابی و اندازه‌گیری عملکرد محصول

۱۲۲. تجزیه و تحلیل مشتری توسط دستگاه شناسایی فرکانس رادیویی (RFID) فعال شده است

۱۲۳. رابط کاربر نهایی مشتری برای پیکربندی و سفارش محصول و پیگیری تحویل

۱۲٤. ارائه به مشتریان در هر کجا که هستند از طریق راه‌حل‌های جدید تحویل

۱۲٥. سیستم دیجیتال دوقلوی مشتری

۱۲٦. نظارت بر عملکرد مشتری به صورت دیجیتالی

۱۲۷. شخصی‌سازی آخرین مایل به‌صورت دیجیتالی

۱۲۸. قابلیت اتصال همزمان دیجیتالی با سیستم مشتری

۱۲۹. نقشه و موقعیت مشتری مبتنی بر GPS

۱۳۰. بینش بازار که توسط تجزیه و تحلیل های پیشرفته ایجاد می‌شود

۱۳۱. سفارشی‌سازی انبوه و سفارش آنلاین تجارت به مصرف کننده

۱۳۲. جوامع آنلاین برای بینش مشتری

۱۳۳. بسته‌بندی هوشمند/هوشمند، سیستم صورتحساب خودکار، پرداخت و دریافتنی

۱۳۴. تولید انعطاف پذیر با قابلیت دیجیتال

۱-۲. موارد استفاده متنوع

در ادامه تعدادی از موارد استفاده فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی در شبکه فانوس‌های دریایی معرفی می‌گردد:

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
Advanced Semiconductor Engineering Kaohsiung, Taiwan, China	برای بهبود بهره‌وری و کاهش زمان سرب در یک محیط تولیدی پیچیده‌تر با بیش از ۱۰۰ مرحله فرآیند، کارخانه ضربه‌ای ASE Kaohsiung برنامه‌های هوش مصنوعی را در فرآیندهای خود از بازرسی تا ارسال به کار می‌برد. در نتیجه، این سایت توانست خروجی را تا ۶۷ درصد افزایش و زمان تحویل سفارش را تا ۳۹ درصد کاهش دهد.	➢ بازرسی نوری با هوش مصنوعی ➢ اندازه‌گیری مجازی خودکار ➢ پلت‌فرم هوشمند مدیریت عملکرد ➢ سیستم دیسپاچینگ هوشمند ➢ مدیریت گشت ایمنی سایت با قابلیت AR	➢ ۶۷ درصد ➢ ۱۴ درصد ➢ ۷۸ درصد ➢ ۴.۵ درصد ➢ ۱۰۰ درصد	➢ کاهش هزینه قراضه ➢ افزایش توان عملیاتی ➢ کاهش زمان نگهداری ➢ افزایش در زمان تحویل ➢ کاهش بازرسی
Agilent Technologies Singapore, SG	Agilent Singapore با هدف ساده سازی تولید با تکنولوژی بالا در ابزارهای کم حجم و با پیچیدگی بالا برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده مشتریان، راه‌حل‌های دیجیتال دوقلو، هوش مصنوعی و رباتیک مبتنی بر IIoT را برای دستیابی به رشد پایدار، غلبه بر تنگناهای نیروی انسانی متخصص و تحول به کار گرفت. نیروی کار را تبدیل به معمم‌های مقیاس‌پذیر آماده انقلاب صنعتی چهارم. این منجر به افزایش ۸۰ درصدی تولید، بهبود بهره‌وری تا ۶۰ درصد، بهبود زمان چرخه تا ۳۰ درصد و هزینه کیفیت تا ۲۰ درصد شد.	➢ دوقلودیجیتال برای تولید انعطاف پذیر ➢ بهینه‌سازی زمان چرخه از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های‌بزرگ در خطوطPLC ➢ تشخیص‌خرابی کیفیت به صورت دیجیتالی فعال شده است ➢ مدیریت‌کیفیت تولید مبتنی بر اینترنت اشیا ➢ بازرسی‌نوری با هوش مصنوعی	➢ ۲۵ درصد ➢ ۳۳ درصد ➢ ۷۵ درصد ➢ ۱۹ درصد ➢ ۳۱ درصد	➢ کاهش هزینه کلی تولید ➢ کاهش زمان‌چرخه پایان به پایان ➢ کاهش زمان‌انجام آزمایش ➢ کاهش هزینه‌کیفیت پایین ➢ افزایش‌بهره‌وری نیروی کار
Bosch Bursa, TR	برای تضمین سرمایه‌گذاری‌ها و منابع آینده برای تولید محصولات جدید مانند اجزای هیدروژنی، کارخانه راه‌حل‌های انتقال نیرو بوش در بورسا نیاز به تقویت بیشتر پیشروی هزینه خود داشت. آنها با به کارگیری موارد استفاده از هوش مصنوعی مانند کنترل فرآیند حلقه بسته برای فرسایش آبی و ارتقاء مهارت ۱۰۰ درصد نیروی کار، هزینه تولید واحد را تا ۹ درصد کاهش دادند و OEE[14] را تا ۹ درصد بهبود بخشیدند.	➢ موتورتشخیص ناهنجاری در کف کارگاه ➢ بازرسی‌نوری مبتنی بر هوش مصنوعی برای تشخیص عیوب پوشش ➢ سیستم‌ردیابی عمر ابزار ماشینکاری ➢ کنترل‌فرآیند مبتنی بر هوش مصنوعی در فرسایش آبی ➢ لجستیک مبتنی بر هشدار دیجیتال	➢ ۳۰ pp ➢ ۱۲ درصد ➢ ۱۰ درصد ➢ ۵۰- درصد ➢ ۲۳ درصد	➢ فزایش OEE ➢ افزایش بهره‌وری ➢ کاهش هزینه‌های ابزار ➢ کاهش میزان‌نقص ➢ کاهش موجودی‌ها

[14] Overall Equipment Effectiveness (OEE)

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
CEAT Halol, IN	برای بدست آوردن حجم بیشتری از بازار، CEAT نیاز به ترکیب مواد سبزتر و رعایت مشخصات سختگیرانه در فرآیند داشت. CEAT در انقلاب صنعتی چهارم از مواردی مانند تجزیه و تحلیل پیشرفته برای بهینه‌سازی زمان چرخه و دیجیتالی کردن نقاط تماس اپراتور استفاده می کند. در نتیجه، سایت زمان چرخه را تا ۲۰ درصد، ضایعات فرآیند را تا ۴۶ درصد و مصرف انرژی را تا ۱۵ درصد کاهش داد. به طور کلی، این منجر به افزایش ۲.۵ برابری صادرات و فروش OEM در دو سال شد.	➢ بهینه‌سازی زمان چرخه مبتنی بر تجزیه و تحلیل پیشرفته در میکسر ➢ کنترل فرآیند گرمایش دینامیکی با قابلیت IoT در هنگام چاپ ➢ بهینه‌سازی هوای فشرده با استفاده از تجزیه و تحلیل پیش‌بینی کننده ➢ نظارت دیجیتالی ضایعات با تحلیلگر ریشه مشکلات که داخل ابزار قرار گرفته است ➢ تجزیه و تحلیل بصری مجهز به یادگیری ماشینی برای مدیریت موجودی تایر	➢ ۲۰ درصد ➢ ۲۰ درصد ➢ ۲۵ درصد ➢ ۴۶ درصد ۲۹ درصد	➢ کاهش گلوگاه مخصوص بخار ➢ کاهش مصرف ➢ کاهش مصرف ویژه هوا ➢ کاهش کل قراضه ➢ افزایش تحویل به موقع به طور کامل (OTIF[۱۵])
Cipla Indore, IN	Cipla برای حفظ دسترسی به داروهای با کیفیت بالا و مقرون به صرفه در سطح جهانی و در عین حال با افزایش هزینه‌های مواد و نیروی کار، راه‌حل‌های دیجیتال، اتوماسیون و تجزیه و تحلیل را در ۲۲ سایت هندی به صورت موازی به کار گرفت. تاسیسات دوز جامد خوراکی Indore با اجرای ۳۰ مورد استفاده از انقلاب صنعتی چهارم، منجر به بهبود هزینه کل تا ۲۶٪ و افزایش کیفیت تا ۳۰۰٪ و در عین حال کاهش انتشار گازهای گلخانه ای (GHG) تا ۲۸٪ شد.	➢ تدارکات مبتنی بر تجزیه و تحلیل که توسط هوش مصرف و مکعب هزینه خودکار پشتیبانی می‌شود ➢ اعمال IIoT پیشرفته برای بهینه سازی فرآیند ➢ بهینه‌سازی عملکرد ماشین با هدایت هوش مصنوعی ➢ برنامه‌ریزی تولید با تجزیه و تحلیل پیشرفته بهینه شده و بهینه‌سازی مصرف انرژی مبتنی بر تجزیه و تحلیل ➢ IIoT پیشرفته	➢ ۲۶ درصد ➢ ۱۶ درصد ➢ ۳۷ درصد ➢ ۲۲ درصد ➢ ۴ درصد	➢ کاهش هزینه کلی تولید ➢ افزایش بهینه‌سازی بازده محصول ➢ افزایش OEE ➢ کاهش‌تغییرات فرآیند ➢ کاهش مصرف انرژی

[15] On time in full (OTIF)

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
The Coca-Cola Company Ballina, IE	سایت Ballina، بزرگترین مرکز تولید کنسانتره این شرکت، بیش از ۳۵۰۰ SKU[۱۶] را به ۶۸ کشور جهان تحویل می دهد. برای فعال کردن رشد، ایجاد انعطاف‌پذیری و پرداختن به پیچیدگی فزاینده پورتفولیو، سایت موارد استفاده دیجیتالی و تحلیلی را پیاده‌سازی کرد. در نتیجه، هزینه را ۱۶ درصد بهبود بخشید و در عین حال سبد SKU خود را ۳۰ درصد گسترش داد و انقلاب صنعتی چهارم را در شبکه ۱۷ سایت گسترش داد.	➢ برنامه‌ریزی دیجیتال یکپارچه برای تولید و پر کردن ➢ مدیریت عملکرد دیجیتال ➢ کاهش‌زمان چرخه تولید آب میوه از طریق تجزیه و تحلیل ➢ داده‌ها بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند مبتنی بر یادگیری ماشینی خط پر کردن ➢ نوشیدنی به عنوان یک سرویس پشتیبانی شده توسط اینترنت اشیا و اتوماسیون	➢ ۱۱ درصد ➢ ۵۳ درصد ➢ ۱۷ درصد ➢ ۱۵ درصد ➢ ۱۵ درصد	➢ کاهش زمان پردازش سفارشات ➢ افزایش OEE ➢ کاهش زمان چرخه دسته‌ای ➢ کاهش متوسط زمان چرخه ➢ کاهش کمبود تحویل
Contemporary Amperex Technology Yibin, CN	برای رسیدن به رشد قابل توجه کسب و کار و انتظارات کیفیت و پایداری بالاتر، CATL یک میدان سبز بزرگ در شهر Yibin ایجاد می کند. این کارخانه علاوه بر هوش مصنوعی عمیق، اینترنت اشیا و اتوماسیون انعطاف‌پذیر در بالای لبتکارات دیجیتالی فلنوس دریایی CATL Ningde، به ۱۷ درصد افزایش سرعت خط، ۱۴ درصد کاهش از دست دادن عملکرد و انتشار کربن صفر دست یافته است.	➢ بازرسی نوری با هوش مصنوعی ➢ کنترل فرآیند مبتنی بر هوش مصنوعی ➢ تجمیع داده مبتنی بر حسگر زمان واقعی IIoT برای مدیریت انرژی، انتشار، زباله و آب ➢ دوقلودیجیتال برای تولید انعطاف پذیر ➢ مدیریت ایمنی مبتنی بر هوش مصنوعی	➢ ۶۳ درصد ➢ ۱۰۰ درصد ➢ ۱۳ درصد ➢ ۱۲۸ درصد ➢ ۱۰۰ درصد	➢ کاهش تعداد FTEها ➢ افزایش راندمان مونتاژ ➢ کاهش مصرف انرژی ➢ افزایش نرخ مکانیزاسیون ➢ کاهش حوادث ایمنی تولید
Danone Opole, PL	برای پرداختن به پیچیدگی فزاینده سبد محصولات، Danone Opole کل نیروی کار خود را در کارکردها و سطوح در یک سفر تحول دیجیتال به کار گرفت تا طبقه فروشگاه متصل، هوش مصنوعی و اتوماسیون را در مقیاس به کار گیرد. در نتیجه، هزینه ها را ۱۹ درصد، بازده را ۱۲ درصد بهبود بخشید، در حالی که کیفیت را بهبود بخشید و انتشار گازهای گلخانه ای را نزدیک به ۵۰ درصد کاهش داد. این یک رهبر تحول برای ۳۹ کارخانه دیگر Danone در اروپا و کارفرمای برتر در بازار محلی شد.	➢ بهینه‌سازی عملکرد ماشین با هدایت هوش مصنوعی ➢ انتشاردسته‌ای دیجیتالی فعال ➢ داشبوردهای‌دیجیتال برای نظارت بر عملکرد OEE ➢ ابزارهای‌دیجیتال برای تقویت نیروی کار متصل ➢ پلت‌فرم یکپارچه سازی برای اتصال داده‌های سطح ماشین با نرم‌افزار سازمانی	➢ ۴۰ درصد ➢ ۵۰ درصد ➢ ۱۲ درصد ➢ ۲۸ درصد ➢ ۵۰ درصد	➢ کاهش مصرف انرژی ➢ افزایش بهره‌وری نیروی کار ➢ افزایش پردازش OEE ➢ کاهش تغییردر طول زمان ➢ افزایش بهره‌وری نیروی کار

[۱۶] واحد نگهداری موجودی (Stock-Keeping Unit :SKU)، یک بارکد قابل اسکن است که برای ایجاد تمایز بین محصولات مختلف به صورت لیبل پشت چسبدار روی محصول الصاق می‌شود. این برچسب SKU به فروشندگان اجازه می‌دهد تا به طور خودکار موجودی کالا را ردیابی کنند. SKU از ترکیبی از حروف الفبا و عدد تشکیل شده است و شامل ۸ الی ۱۲ مشخصه می‌باشد.

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
Dr. Reddy's Laboratories Hyderabad, IN	این سایت ۲۵ ساله که با چالش های تجاری ناشی از فرسایش شدید قیمت و انتظارات کیفیت به سرعت در حال تغییر روبه‌رو است، دیجیتالی شدن در مقیاس بزرگ را برای حفظ و رشد در بازار داروسازی ژنریک آغاز کرد. این سایت بیش از ۴۰ مورد استفاده از انقلاب صنعتی چهارم را با استفاده از IIoT و پلتفرم تجزیه و تحلیل پیشرفته به کار برد. در نتیجه، هزینه ساخت را تا ۴۳ درصد بهبود بخشید، در حالی که به طور فعال کیفیت را افزایش و انرژی را تا ۴۱ درصد کاهش داد.	➢ برنامه‌ریزی تولید پویا با دوقلو دیجیتال ➢ مدیریت‌کیفیت تولید مبتنی بر اینترنت اشیا ➢ پلتفرم تجزیه و تحلیل برای مدیریت عملکرد و تجزیه و تحلیل علت ریشه‌ای ➢ تجمیع خطاهای کیفیت میدانی، اولویت بندی و تجزیه و تحلیل پیشرفته، حل مسئله را امکان پذیر کرد ➢ نظارت و تجسم عملکرد دارایی در زمان واقعی	➢ ۲۱ درصد ➢ ۵۲ درصد ➢ ۲۲ درصد ➢ ۹۰ درصد ۲۰ درصد	➢ کاهش مواد اولیه / هزینه کلی ساخت ➢ کاهش انحرافات کیفیت ➢ افزایش بهینه‌سازی بازده محصول ➢ افزایش بهره وری نیروی کار ➢ کاهش مصرف انرژی
Flex Sorocaba, BR	برای بهبود رقابت، پایداری و سلامت سایت، فلکس ابتکارات انقلاب صنعتی چهارم را در امتداد زنجیره ارزش انتها به انتها، مانند بازیافت زباله های الکترونیکی و برج کنترل زنجیره تامین که از طریق اینترنت اشیا فعال می شود، اجرا کرد. سفر تحول دیجیتال منجر به بهبود ۵۰ درصدی هزینه نیروی کار، کاهش ۸۱ درصدی تلفات مواد و در عین حال افزایش رضایت مشتری (+۱۸ درصد) و رفاه کارکنان شد.	➢ مدیریت عملکرد دیجیتال ➢ مدیریت ایمنی مبتنی بر هوش مصنوعی ➢ فعال سازی اقتصاد دایره‌ای به صورت دیجیتالی ➢ بهره‌وری اداری با انرژی دیجیتال ➢ ابزارهای‌دیجیتال برای تقویت نیروی کار متصل	➢ ۲۳ درصد ➢ ۹۳ درصد ➢ ۹۴ درصد ➢ ۳۸ درصد ➢ ۱۸ درصد	➢ افزایش پردازش OEE ➢ کاهش روزکاری از دست رفته ➢ کاهش زباله‌های مواد ➢ کاهش کار بدون ارزش افزوده ➢ افزایش رضایت مشتری
Foxconn Industrial Internet Shenzen, CN	در پاسخ به نیاز مشتریان برای عرضه سریع محصولات جدید گوشی‌های هوشمند و استانداردهای دقیق کیفیت، اینترنت صنعتی فاکسکان با بکارگیری ۳۷ مورد مختلف استفاده از انقلاب چهارم صنعتی در مقیاس، امکان معرفی محصول چابک، افزایش سریع ظرفیت و تولید انبوه هوشمند را فراهم کرد. این موارد به تسریع در معرفی محصول جدید تا ۲۹ درصد، کاهش عدم انطباق کیفیت تا ۵۶ درصد و کاهش هزینه تولید تا ۳۰ درصد شد.	➢ معرفی محصول جدید با قابلیت هوش مصنوعی ➢ نسل‌بعدی کارگاه CNC چراغ خاموش ➢ آنودایز خودکار با کنترل های پیشرفته ➢ بازرسی‌کیفیت خودکار با دقت بالا ➢ بنچمارک چند سایت و بهینه‌سازی ظرفیت	➢ ۲۹ درصد ➢ ۳۱۳ درصد ➢ 16 pp ➢ ۵۴ درصد ➢ ۵۹ درصد	➢ کاهش زمان معرفی محصول جدید ➢ افزایش بهره‌وری نیروی کار ➢ افزایش اولین پاس بازده ➢ کاهش کار مستقیم ➢ کاهش موجودی‌های WIP[۱۷]
Haier Hefei, CN	این سایت با چالش‌هایی در تنوع محصول، زمان تحویل و کیفیت به دلیل گسترش پایگاه تامین‌کننده، ۱۸ مورد	➢ بهینه‌سازی منابع تولید و پیش بینی ریسک عرضه با فعال سازی IIoT	➢ ۶ درصد ➢ ۷۵ درصد	➢ افزایش نرخ تحویل به موقع

[17] Work In Process

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
	مختلف استفاده از انقلاب چهارم صنعتی را در سراسر شبکه تامین، تحقیق و توسعه، تولید و خدمات مشتری خود به کار گرفت و از پلتفرم سفارشی IIoT که برای سرعت بخشیدن به آن طراحی شده است، استفاده کرد. – با استقرار در مقیاس هوش مصنوعی، بینایی ماشین و تجزیه و تحلیل پیشرفته زمان تحویل سفارش به نص	➢ تسریع در تشخیص شکست طراحی و بهینه سازی بر اساس‌فناوری هوانوردی ➢ متعادل سازی‌خط با قدرت AA و اعزام اپراتور ➢ بازرسی‌نوری تطبیقی ➢ "کلیک برای تعمیر": حل مشکل ریشه خودکار با یک کلیک در پس از فروش	➢ ۳۰ درصد ➢ ۶۷ درصد ۳۳ درصد	➢ کاهش نرخ از دست دادن کیفیت شکست ➢ افزایش بهره‌وری نیروی کار ➢ افزایش کارایی بازرسی ➢ کاهش نرخ معیوب در محل
Huayi New Material Shanghai, CN	برای پاسخ به چالش‌های خارجی، مانند ۳۰ درصد ظرفیت اضافی و هزینه‌های بالاتر به دلیل نوسانات بازار، این شرکت ۲۸ مورد مختلف استفاده از انقلاب چهارم صنعتی، مانند بهینه‌سازی فرآیند با قابلیت یادگیری ماشینی و مدیریت ایمنی مبتنی بر هوش مصنوعی را به کار گرفته است. در نتیجه، بهره وری نیروی کار ۳۳ درصد افزایش یافت در مقابل هزینه تبدیل ۲۰ درصد و مصرف انرژی ۳۱ درصد کاهش یافت و حوادث ایمنی قابل ثبت به صفر رسید.	➢ بهینه ساز سود دیجیتالی فعال در سراسر زنجیره ارزش ➢ فعال‌کردن یادگیری ماشینی بهینه‌ساز راکتور شیمیایی ➢ فعال‌سازی نظارت بر تجهیزات و تشخیص خرابی IIoT ➢ فعال‌سازی هوش‌مصنوعی مدیریت ایمنی ➢ فعال‌سازی تجزیه و تحلیل پیشرفته بهینه‌سازی شبکه بخار	➢ ۱۵ درصد ➢ ۲۲ درصد ➢ ۱۰ درصد ➢ ۱۰۰ درصد ➢ ۳۸ درصد	➢ کاهش گردش موجودی ➢ کاهش زباله‌های مواد ➢ افزایش OEE ➢ کاهش نرخ حادثه ➢ کاهش مصرف بخار
Johnson & Johnson Consumer Health Mulund, IN	Johnson & johnson هند با توجه به تقاضای بی ثبات در شبکه ای بسیار پراکنده و پیچیده از توزیع کنندگان و فروشندگان، راه‌حل‌های چهارمین انقلاب صنعتی مانند سنجش تقاضا، لجستیک هوشمند، روباتیک و چاپ سه بعدی را به کار گرفت. در نتیجه، آنها ضررهای OTIF را تا ۶۶ درصد کاهش دادند، معرفی محصول جدید را تا ۳۳ درصد تسریع کردند و هزینه هر قطعه را تا ۳۴ درصد بهبود بخشیدند.	➢ سنجش تقاضا و راه‌حل تکمیل موجودی مبتنی بر هوش‌مصنوعی ➢ لجستیک هوشمند برای فعال کردن چابکی و دید در زمان واقعی ➢ امکان‌پذیر نمودن رباتیک توسعه محصول چابک ➢ معرفی محصول جدید چابک با چاپ سه بعدی ➢ تعمیر و نگهداری پیشگیرانه برای بهبود قابلیت اطمینان دارایی	➢ pp ۴.۵ ➢ pp ۱۴ ➢ ۸۷ درصد ➢ ۹۲ درصد ➢ ۵۰ درصد	➢ افزایش OTIF ➢ افزایش بهره‌وری استفاده از بار کامیون ➢ کاهش زمان آزمایش توسعه محصول ➢ کاهش زمان اجرای تکرار طراحی ➢ کاهش زمان توقف برنامه‌ریزی نشده دستگاه

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
Lenovo Hefei, CN	با رقابت شدید، نوسانات قابل توجه تقاضا و سفارشی‌سازی محصـولات رو به رشـد، Hefei Lenovo ، بزرگترین کارخانه تولید رایانه شـخصـی، بیش از ۳۰ مورد اتوماسـیون انعطاف‌پذیر انقلاب صنعتی چهارم و موارد استفاده از تجزیه و تحلیل پیشرفته را به کار گرفته است، در نتیجه بهره‌وری نیروی کار را تا ۴۵ درصـد بهبود بخشـیده و مشـکل کیفیت تأمین‌کننده را تا ۵۵ درصـد کاهش داده اسـت. در حالی که سفارشات مشتری در اندازه کوچک و در عین حال متعدد را مدیریت می کند (۸۰٪ آنها کمتر از پنج واحد هستند).	➢ برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تولید مبتنی بر هوش مصنوعی ➢ برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی نیروی کار هوشمند ➢ مدیریت کیفیت عرضه مبتنی بر هوش مصنوعی در فضای ابری ➢ اتوماسیون تست مونتاژ انعطاف پذیر چراغ خاموش ➢ شناسایی‌هوشمند گلوگاه و حل مشکل حلقه بسته	➢ ۲۰ درصد ➢ ۳۱ درصد ➢ ۵۵ درصد ➢ ۸۰ درصد ۳۰ درصد	➢ افـزایـش میانگین برنامه‌ریزی شده سفارشات ➢ افزایش نرخ استفاده از ساعت کاری ➢ کـاهش نرخرد کیفیت عرضه ➢ کـاهـش تغییردر طول زمان ➢ افزایش واحد به ازای هر کارگر در ساعت (UPPH[۱۸])
LG Electronics Clarksville, US	ال‌جی پس از تأسیس کارخانه‌ای در آمریکا دو سال پیش برای نزدیک‌تر شدن به مشتریان، با ریسک‌های مختلف منابع انسانی و کمبود دانش تولید مواجه شد. ال‌جی با پذیرش فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم، مانند یادگیری عمیق، اتوماسیون و دیجیتالی‌سازی، توانست پایه تولید استراتژیک خود را در ایالات متحده تقویت کند و فروش را تا ۶۸ درصد افزایش دهد و سود خالص را تا ۷۰۳ درصد افزایش دهد.	➢ اتوماسیون طراحی محصول ➢ تایید عملکرد مجازی محصول ➢ سیستم قالب گیری تزریقی هوشمند ➢ سیستم لجستیک بدون سرنشین با استفاده از AGV[۱۹] ➢ نقص‌های کیفیت صفر با استفاده از هوش مصنوعی به عنوان یک اتوماسیون شناختی	➢ ۳۰ درصد ➢ ۶۱ درصد ➢ ۲۱ درصد ➢ ۲۵ درصد ۴۳ درصد	➢ کاهش زمان هدایت توسعه ➢ کاهش میزان شکست میدانی ➢ افزایش OEE ➢ افزایش قابلیت بهره‌وری ➢ کاهش نرخ نقص فرآیند
MantaMESH Fröttstädt, DE	با توجه به اینکه رهبری هزینه برای رقابت به عنوان یک SME در یک بازار کالایی بسیار رقابتی بسیار مهم است، MantaMESH برنامه‌های انقلاب چهارم صـنعتی را توسعه داد. انقلاب صنعتی یک مدل کسب و کار تولید آنلاین است که مشتریان را به یک سیستم تکمیل خودکار متصل می کند. تمام تعاملات مشتری به طور خودکار به صورت آنلاین و با اتصال زمان واقعی به کارخانه های تولید هوشمند پردازش می شود. نتیجه افزایش ۲۶۱ درصدی در فعالیت مشتری و رشـد ۷۳ درصـدی در حجم تولید و کاهش مصـرف انرژی/کیلوگرم تولیدی به میزان ۳۲ درصد است.	➢ پورتال‌مشتری B2B خود سرویس با تحلیل رفتار کاربر در زمان واقعی ➢ سیستم طراحی و سفارش آنلاین محصول که داده های "آماده ماشین" را تولید می‌کند ➢ تولید انعطاف پذیر با قابلیت دیجیتال متصل ➢ نظارت‌بر عملکرد دیجیتال ➢ سیستم خودکار صدور صورتحساب، پرداخت و دریافتنی	➢ ۲۳۸ درصد ➢ ۹۹ درصد ➢ ۹۹ درصد ➢ ۵۳ درصد ۸۰ درصد	➢ افزایش تعداد معاملات ➢ کـاهـش زمـان قـبـول سـفارش پس از دریافت قیمت ➢ کـاهـش تغییر در طول زمان ➢ افزایش بهره‌وری نیروی کار ➢ کاهش روزهای بدهکار
Midea Foshan #2, CN	کارخانه Midea Shunde به منظور پاسـخگویی به تقاضـا برای محصـولات با کیفیت بالا که در زمان‌های	➢ تجزیه و تحلیل پیشرفته برای بهینه سازی ردپای تولید و توزیع	➢ ۴۵ درصد ➢ ۳۰ درصد ➢ ۶۳ درصد	➢ کاهش تعداد انبارها ➢ کـاهش زمـان تحقیق بازار

[18] Units per worker per hour

[19] Automated guided vehicle

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
	کوتاه‌تر تحویل داده می‌شوند، هوش مصنوعی و دیجیتال را به کار گرفته است. فناوری دوقلو و سایر فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی در زنجیره ارزش انتها به انتها، دستیابی به ۲۴ درصد هزینه تولید متر، ۴۱ درصد زمان کوتاه‌تر، ۳۰ درصد زمان تحقیق و توسعه کوتاه‌تر و ۵۱ درصد نرخ نقص کمتر را امکانپذیر نمود.	➢ دستگاه‌های متصل برای ردیابی و اندازه گیری عملکردمحصول ➢ پیش‌بینی کیفیت مواد تامین کننده با استفاده از تجزیه‌و تحلیل پیشرفته ➢ تجمیع خطاهای کیفیت میدانی، اولویت‌بندی و تجزیه و تحلیل‌پیشرفته، حل مسئله ➢ تجزیه‌و تحلیل برای برنامه‌ریزی و زمان بندی منابع انبار پویا	➢ ۳۶ درصد ➢ ۵۶ درصد	➢ کاهش نرخ نقص ورودی ➢ کاهش نقص در فرآیند ➢ کاهش چرخه موجودی
Mondelēz Sri City, IN	سری سیتی موندلز با انگیزه رشد بیشتر از بازار از طریق تحویل حجم برتر، رهبری هزینه و ایجاد انعطاف‌پذیری و تنوع بیشتر در محیطی ناپایدار، دیجیتالی‌سازی کل زنجیره تأمین، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده، هوش مصنوعی و اتوماسیون های پیشرفته را برای افزایش بهره‌وری نیروی کار تا ۸۹ درصد، کاهش هزینه های تولید تا ۳۸ درصد و حفظ ۵۰ درصد نیروی کار زن به کار گرفت.. بنابراین، آن را به یک سایت تولید معیار برای Mondelez در سطح جهانی تبدیل می کند.	➢ نظارت و تجسم عملکرد دارایی در زمان واقعی ➢ پیشرفته‌برای بهینه سازی فرآیند اعمال می شود IIoT ➢ ➢ داده‌های جمع آوری نگهداری پیش بینی بر اساس داده های ➢ تاریخی و حسگر روباتیک و اتوماسیون مشترک ➢ تجزیه‌و تحلیل پیشرفته بهینه سازی پایداری را فعال کرد	➢ ۲۱ درصد ➢ ۳۱ درصد ➢ ۶۹ درصد ➢ ۲۸ درصد ۱۱ درصد	➢ افزایش بهره‌وری ➢ افزایش بهینه‌سازی بازده محصول ➢ کاهش میانگین زمان بین خرابی‌ها ➢ افزایش بهره‌وری ➢ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
Mondelēz Suzhou, CN	برای چهار برابر کردن کانال‌های خرده‌فروشی در چین و دو برابر کردن پوشش فروشگاه‌ها به ۴ میلیون خرده‌فروشی، رسیدگی به تأثیر تورم دو رقمی مربوط به نیروی کار و هزینه‌های لجستیک، این شرکت در راه‌حل‌های متعدد انقلاب صنعتی چهارم سرمایه‌گذاری کرد. این به شرکت اجازه داد تا یک زنجیره تامین خطی را به یک اکوسیستم تامین یکپارچه تبدیل کند، با بهبود OTIF تا ۱۸٪، کاهش زمان تحویل ۳۲٪ و تضمین رشد در سهم بازار از ۲۳.۴٪ به ۲۸.۳٪.	➢ سیستم پر کردن مداوم مشتری به صورت دیجیتالی ➢ پلتفرم لجستیک/انبار هوشمند مجهز به اینترنت اشیا ➢ کنترل فرآیند پیشرفته خوشه OREO با قدرت یادگیری ماشینی ➢ فعال‌شدن برتری تامین مواد به صورت دیجیتالی	➢ pp ۱۷ ➢ ۵۰ درصد ➢ ۷۸ درصد ➢ ۳۲ درصد pp ۲.۵	➢ افزایش در دسترس بودن در قفسه ➢ افزایش توان عملیاتی انبار ➢ کاهش نقص کیفیت ➢ کاهش هزینه تبدیل ساخت ➢ افزایش تامین مواد OTIF
Procter & Gamble Takasaki, JP	برای رسیدگی به رشد ۲ تا ۳ درصدی کسب‌وکار سال به سال با پتانسیل گسترش ردپای محدود، این سایت موارد استفاده از انقلاب صنعتی چهارم مانند یکپارچه‌سازی جریان داده، دوقلوی دیجیتال، یادگیری ماشینی را در سراسر زنجیره ارزش انتها به انتها (از تحقیق و توسعه) پیاده‌سازی کرد. در نتیجه، زمان نوآوری ۷۲ درصد افزایش یافت،	➢ موجودی مازاد بهینه شده توسط مدل رگرسیون خطی ➢ اتصال داده‌ها از طریق ستون فقرات دیجیتال برای تسریع اجرای تغییر فرمول در MFG	➢ ۵۷ درصد ➢ ۹۲ درصد ➢ ۷۸ درصد ➢ ۴.۵ درصد ۱۰۰ درصد	➢ کاهش ضایعات موجودی ➢ کاهش حجم کار انسان ➢ کاهش تغییر فرمول زمان هدایت تحقیق و توسعه

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
	روزهای تعطیلی آزمایشی ۲۱ درصد کاهش و افق سفارش مشتریان ۱۴ برابر بهبود یافت.	➢ دوقلوهای دیجیتال و مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرآیند که آزمایش‌های صلاحیت کوتاه‌تری را در تحقیق و توسعه ممکن می‌سازد ➢ اتوماسیون فرآیند رباتیک برای بهینه‌سازی فرآیند کار و بهبود استفاده از فضا در انبارها ➢ یادگیری ماشینی برای بهبود دقت پیش‌بینی و زمان تحویل سفارش		➢ کاهش کاربری انبار داخلی ➢ کاهش فضای انبار
Sany Heavy Industry Changsha, CN	برای رسیدگی به چالش‌های ناشی از نوسانات چرخه بازار خاص صنعت و پیچیدگی محصول (263 SKU)، Sany Changsha از اتوماسیون انعطاف‌پذیر، هوش مصنوعی و IIoT در مقیاس استفاده کرد تا یک سیستم تولید تجهیزات سنگین دیجیتال و انعطاف‌پذیر بسازد. در نتیجه، سایت ظرفیت را ۱۲۳ درصد افزایش داد، بهره وری نیروی کار را ۹۸ درصد بهبود بخشید و هزینه تولید واحد را ۲۹ درصد کاهش داد.	➢ کنترل‌فرآیند مبتنی بر هوش مصنوعی ➢ IIoT پیشرفته برای بهینه سازی فرآیند ➢ دوقلو دیجیتال برای تولید انعطاف پذیر ➢ تولید انعطاف پذیر با قابلیت دیجیتال ➢ اجرای لجستیک با قابلیت رباتیک	➢ ۶۰ درصد ➢ ۷۳ درصد ➢ ۴۴ درصد ➢ ۸۰ درصد ➢ ۱۱ درصد	➢ کاهش زمان چرخه فرآیند ➢ کاهش تغییردر طول زمان ➢ افزایش ظرفیت تولید ➢ افزایش خروجی در مونتاژ ➢ افزایش نرخ تحویل به موقع
Unilever Indaiatuba, BR	سایت Unilever در ایندایاتوبا، بزرگترین کارخانه تولید مواد شوینده پودری در جهان، که از نظر بهره وری و هزینه دوم در سطح جهان برتر است، اما بزرگترین مشارکت کننده یونیلیور در انتشار گازهای گلخانه ای است، موارد استفاده مانند دوقلوی دیجیتال و هوش مصنوعی را برای بهبود رهبری هزینه ها و مواردی از قبیل استفاده از دوقلو دیجیتال و هوش مصنوعی به کار گرفته است. در نتیجه، Indaiatuba زمان نوآوری را تا ۳۳ درصد، هزینه های تولید در هر تن را تا ۲۳ درصد کاهش داد و تقریباً انتشار گازهای گلخانه ای را حذف کرد.	➢ دوقلو دیجیتال برای چابکی در نوآوری محصول ➢ برج خشک کن اسپری یادگیری ماشینی با انرژی زیست توده ➢ آب‌بندی کامل به صورت دیجیتالی برای از بین بردن نقص‌های‌مزمن کیفیت ➢ تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه با هوش مصنوعی برای مدیریت چرخه عمردستگاه های پنوماتیکی ➢ تخصیص زنجیره تامین هوشمند انتها به انتها برای محموله های مستقیم	➢ ۳۳ درصد ➢ ۹۶ درصد ➢ ۹۴ درصد ➢ ۴۵ درصد ۱۵ درصد	➢ کاهش زمان تولید و افزایش تمرکز بر نوآوری ➢ کاهش انتشار CO2 (حوزه 1) ➢ کاهش شکایات مشتری به دلیل نشتی ➢ کاهش هزینه تعمیر و نگهداری ➢ کاهش هزینه توزیع

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
Unilever Tianjin, CN	یونیلیور با بررسی عدم قطعیت‌های COVID-19 در صنعت پذیرایی در سه سال گذشته، با به کارگیری بیش از ۳۰ مورد استفاده از انقلاب چهارم صنعتی، مانند فروش دیجیتالی سفارشی ۲۴ ساعته، پایان بهینه، نفوذ بازار را در شهرهای سطح پایین تسریع کرد. -پایان برنامه‌ریزی پیشرفته و کنترل کیفیت مبتنی بر هوش مصنوعی. در نتیجه، تعداد مشتریان خدمات دهی شده دو برابر شد، زمان تحویل سفارش تا تحویل ۴۰ درصد کاهش یافت و شکایات مشتریان تا ۶۲ درصد کاهش یافت.	➢ فروش هوشمند برای مشتریان هدفمندی که در حال کاوش و ارائه خدمات‌هستند ➢ پلتفرم انجام سفارش بهینه سرتاسر تقویت شده با هوش مصنوعی ➢ یکپارچه‌سازی تامین کننده سرتاسر برای برنامه ریزی همزمان و تخصیص سفارشات خودکار ➢ هوش‌مصنوعی تضمین طعم را با پارامترهای بهینه سازی حلقه بسته فعال می‌کند ➢ پلت‌فرم نظارت بینایی ماشین برای ایمنی افراد و رعایت ایمنی موادغذایی	➢ ۱۰۰ درصد ➢ ۹۱ درصد ➢ ۵.۵ درصد ➢ ۹۶ درصد ➢ ۷۸ درصد	➢ افزایش تعداد مشتری‌ها ➢ کاهش ضرر انجام سفارش ➢ افزایش تامین‌کننده OTIF ➢ کاهش ساعات کار درهر تن ➢ کاهش رفتا رناامن
Western Digital Bang Pa-in, TH	Bang Pa-in درایوهای هارد دیسک مصرفی (HDD) حساس به هزینه تولید می کند. با توجه به افزایش هزینه مواد ناشی از عدم قطعیت زنجیره تامین و با هدف محدود کردن استقرار سرمایه به دلیل تغییر بازار به درایوهای حالت جامد (SSD)، Bang Pa-in موارد مختلف استفاده از انقلاب چهارم صنعتی را برای کاهش هزینه کارخانه تا ۳۳ درصد و در عین حال کاهش مصرف انرژی اجرا کرد.	➢ بهینه سازی تست HDD مبتنی بر شرایط با استفاده از یادگیری ماشینی ➢ بهینه‌سازی استفاده از دارایی مبتنی بر یادگیری ماشینی ➢ دستیابی‌به بهترین بازده در کلاس با تجزیه و تحلیل پیشرفته ➢ تعمیرخودکار هارد دیسک با استفاده از یادگیری ماشینی ➢ مناقصه‌لجستیک چابک از طریق ظرفیت و پیش بینی ➢ قیمت‌فعال شده با تجزیه و تحلیل	➢ ۲۲ درصد ➢ ۷ درصد ➢ ۲ درصد ➢ ۱۳ درصد ➢ ۶۴ درصد	➢ کاهش زمان‌چرخه تست ➢ افزایش OEE ➢ افزایش بازده نوبت اول ➢ افزایش دقت تعمیر ➢ کاهش هزینه حمل و نقل
Western Digital Laguna, PH	برای ایجاد انعطاف‌پذیری در برابر فوران‌های آتشفشانی، طوفان‌ها، زمان طولانی برای مواد، تقاضای فرار و مشخصات سخت‌تر محصول، سایت لاگونا بیش از ۲۵ مورد استفاده را در مقیاس، مانند تشخیص ناهنجاری رویدادها با تجزیه و تحلیل پیشرفته و انتها به انتها، به کار گرفته است. جبران تغییرات تولید توسط یادگیری ماشینی در نتیجه، سایت توانست خاموشی های برنامه‌ریزی نشده را تا ۸۲ درصد و هزینه تولید/واحد را تا ۵۴ درصد کاهش دهد.	➢ فعال نمودن پردازش زبان طبیعی (NLP) مدیریت بحران پیشگیرانه بلایای طبیعی ➢ تجزیه و تحلیل پیشرفته تشخیص ناهنجاری رویدادها قبل از ارسال در مقیاس بزرگ ➢ جبران‌تغییرات ویفر یادگیری ماشینی با استفاده از داده‌های پایانی ➢ تشخیص‌ناهنجاری تستر با پیش بینی مدل یادگیری ماشینی ➢ بهینه‌سازی ظرفیت کارخانه مبتنی بر مدل تحقیق عملیات	➢ ۱۰۰ درصد ➢ ۷۱ درصد ➢ ۷.۶ درصد ➢ ۱۸۱ درصد ➢ ۹۳ درصد	➢ افزایش اجتناب از هزینه تعطیلی سالانه ➢ کاهش هشدارهای کیفیت مشتری ➢ افزایش بازده ➢ افزایش دقت تشخیص ناهنجاری ➢ کاهش زمان بهینه‌سازی ظرفیت

کارخانه	داستان تغییر	۵ مورد استفاده برتر	تأثیرات	
Western Digital Shanghai, CN	برای رسیدگی به نرخ رشد سالانه ۲۵۰ درصدی، سرعت انتقال فناوری کوتاه ۱۸ ماهه و چالش‌های نیروی کار، کارخانه نیمه هادی وسترن دیجیتال در شانگهای موارد مختلف استفاده از انقلاب چهارم صنعتی مانند سیستم طراحی خودکار محصول، تست ویفر مجازی مبتنی بر یادگیری ماشین و برنامه‌ریزی هوشمند را اجرا کرد. این سایت زمان عرضه به بازار را تا ۴۰ درصد، هزینه محصول را تا ۶۲ درصد کاهش داد و بهره وری را تا ۲۲۱ درصد بهبود بخشید.	➢ طراحی‌خودکار محصول ➢ بازرسی‌نوری با هوش مصنوعی ➢ بازرسی‌خودکار توسط رشته دیجیتال ➢ پلت‌فرم تجزیه و تحلیل برای مدیریت بازده و تجزیه و تحلیل ➢ ریشه برنامه‌ریزی کسب و کار یکپارچه دیجیتال	➢ ۶۲ درصد ➢ ۳۵ درصد ➢ ۲۲۱ درصد ➢ ۰.۳ pp ➢ ۹۴ درصد	➢ کاهش زمان‌تحقیق بازار ➢ کاهش مصرف‌انرژی ➢ افزایش بهره‌وری ➢ افزایش بهینه‌سازی بازده محصول ➢ کاهش‌موجودی
Wistron Zhongshan, CH	این شرکت در مواجهه با فشار برای تحویل ۶۰ درصد سفارشات در کمتر از ۷۲ ساعت، نیاز داشت که فرآیندهای پایان به انتها را بدون کاهش کیفیت سرعت بخشد. Wistron کل زنجیره ارزش خود را از طریق ۳۳ مورد استفاده خانگی تغییر داد. علیرغم کمبود عرضه، بهره وری ۳۲ درصد افزایش یافت، نرخ نقص تا ۵۵ درصد کاهش یافت و زمان تحویل به ۴۸ ساعت کاهش یافت. در نهایت، هزینه های واحد تولید ۲۲ درصد کاهش یافت.	➢ فروش و برنامه‌ریزی عملیاتی بدون لمس و پایان بر اساس بهینه‌سازی چند هدفه ➢ بهینه‌سازی مسیریابی برق و بررسی کیفیت برد مدار چاپی (PCB[20]) بر اساس الگوریتم هوش مصنوعی بهترین مسیر ➢ بهینه‌سازی تعادل خط با هوش مصنوعی بر اساس تشخیص حرکت ➢ ساخت سیستم تشخیص کیفیت با قدرت موتور جستجوی هوش مصنوعی ➢ استخراج بازخورد کاربر نهایی مبتنی بر NLP برای پیش‌بینی و بهبود کیفیت ۳ ساله	➢ ۳۶ درصد ➢ ۸۳ درصد ➢ ۲۹ درصد ➢ -۶۸ درصد ➢ -۵۶ درصد	➢ کاهش زمان تحویل سفارش ➢ کاهش زمان چرخه طراحی در هر PCB ➢ افزایش OEE ➢ کاهش زمان تعمیر ➢ کاهش نرخ عیب پس از فروش

منبع: شبکه جهانی فانوس دریایی مجمع جهانی اقتصاد، ۲۰۲۲

[20] Printed circuit board

۲. فصل‌جدیدی آغاز می‌شود

اهمیت تغییر مقیاس باید برای همه شرکت‌ها روشن باشد، فقط فانوس‌های دریایی از آنچه برای تغییر مقیاس لازم است آگاه هستند.

اکنون می‌توان فانوس‌های دریایی را در سرتاسر جهان یافت که نماینده هر بخش تولیدی هستند. این تصویری از یک شبکه تثبیت و اثبات شده است. با این حال، چه چیزی شروع فصل جدید را نشان می‌دهد؟ اولاً، شواهد فراوان نشان می‌دهد که شبکه فانوس دریایی دیگر یک چشم انداز نیست - این یک واقعیت ثابت شده با ۱۳۹ مورد استفاده و بیش از ۱۳۰ سایت عضو است که در همه جغرافیاها و بخش‌ها قرار دارند.

مجمع جهانی اقتصاد و شرکت مک‌کینزی این نهاد را تا این مرحله شکل داده‌اند و استاندارد روشنی برای ادامه تحول انقلابی تولید تعیین کرده‌اند. تجربه آنها پایه و اساس بخش بعدی را فراهم می‌کند که شامل یک بررسی برای درک تجربه و اولویت‌های فانوس‌های دریایی و شرکت‌های غیر فانوس دریایی می‌باشد.

۲–۱. گسترش مقیاس در شبکه‌های تولید و فراتر از آن: یک عامل کلیدی و با اهمیت بالا

فصل‌دوم انقلاب صنعتی چهارم در میان اختلالات بزرگ جهانی‌آغاز شده است که با افزایش قیمت انرژی و تورم، کمبود استعدادها، اختلال در زنجیره تامین و تاثیر فزاینده تغییرات آب‌وهوایی مشخص شده است. رویارویی موفقیت‌آمیز با این چالش‌ها، تولیدکنندگان را ملزم به رعایت گسترش مقیاس جدید می‌کند. نکته کلیدی توانایی گسترش مقیاس فناوری به صورت هماهنگ در سراسر شبکه‌های تولید – و فراتراز آن – برای دستیابی به اولویت‌های تجاری است.

درنظر بگیرید که رهبران فصل اول انقلاب صنعتی چهارم با فرار از به اصطلاح «برزخ پایلوت[21]» توانستند به سرعت و با کارآمدی بالا از اجرای «موارد استفاده» در مقیاس کوچک گذر کرده و توانستند با گسترش مقیاس پروژه‌ها در یک سایت تولیدی بزرگ، تأثیر قابل توجه در کسب و کار خود مشاهده نمایند. شرکت‌ها نشان داده‌اند که می‌توان این کار را به صورت محلی انجام داد. چالش در حال حاضر انجام آن در سطح‌جهانی است. ضرورت بعدی، گسترش مقیاس به چندین سایت تولید و فراتر از آن به تامین کنندگان، مشتریان و عملکردهای جدید است.

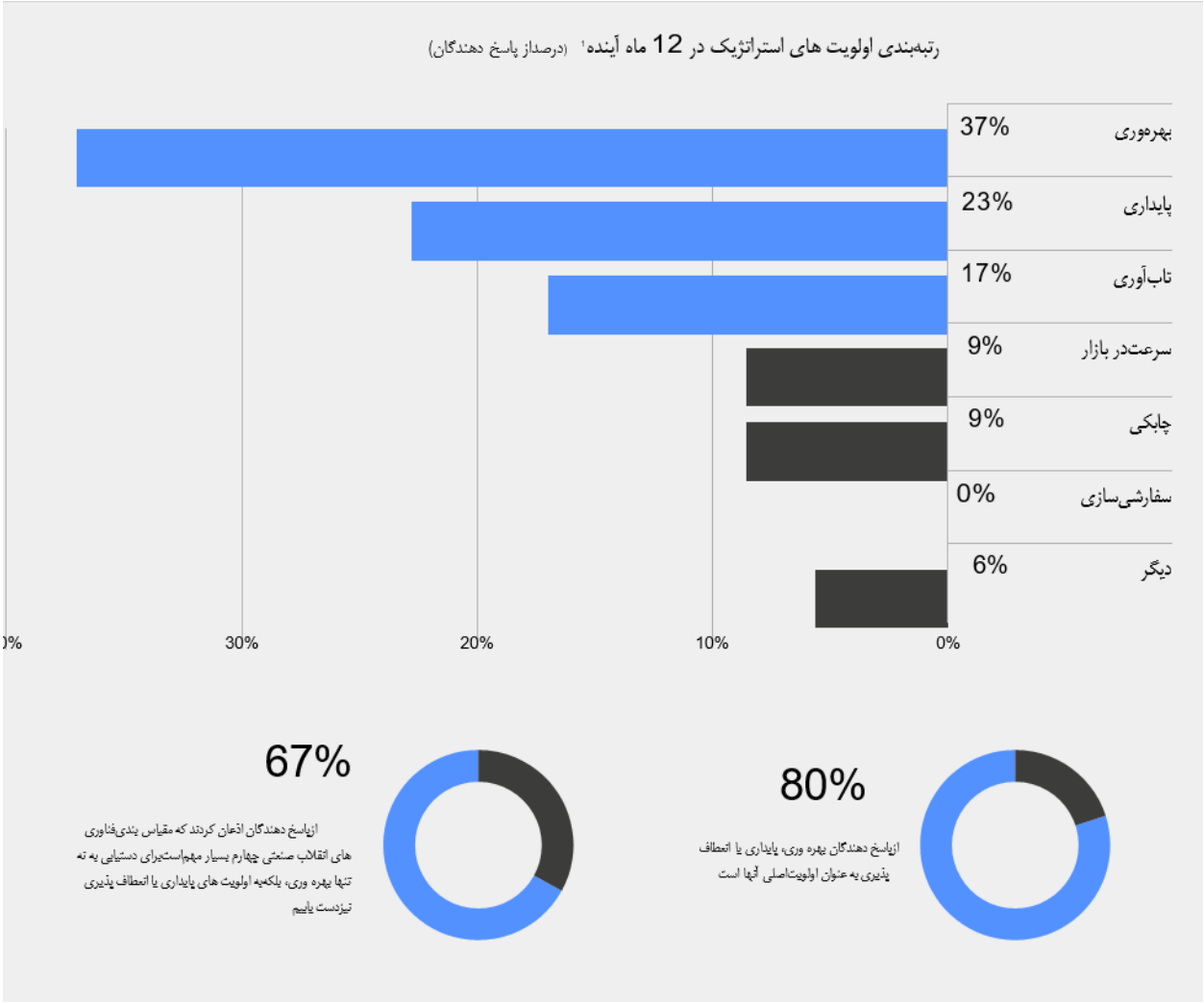
یک نظرسنجی نشان داده است که **بهره‌وری، پایداری و انعطاف‌پذیری** سه **اولویت استراتژیک** در میان پاسخ‌دهندگان‌در تمام صنایع و مناطق هستند. نزدیک به ۸۰ درصد از پاسخ دهندگان یکی از این سه عنصر را به عنوان اولویت استراتژیک خود برای دوازده ماه آینده مشخص کرده‌اند و بهره‌وری به عنوان اولویت آشکار و مهم برای بیش از یک‌سوم پاسخ دهندگان (۳۷ درصد) ظاهر می‌شود. فانوس‌های‌دریایی ثابت کرده‌اند که فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی به کار گرفته شده در مقیاس می‌توانند از این سه اولویت پشتیبانی کنند. به ویژه، آنها نشان می‌دهند که بهره‌وری و پایداری نباید با یکدیگر در تضاد باشند. در عوض، نوآوری‌های مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم که بهره‌وری را افزایش می‌دهند، به بهبود پایداری منجر می‌شوند.

در حالی که پایداری و انعطاف‌پذیری در پس بهره‌وری قرار دارد، با این وجود برای تعداد قابل توجهی از شرکت‌ها اولویت‌های اصلی هستند و تلاش‌هایی که برای حمایت از آنها انجام می‌شود قانع کننده‌است. به عنوان مثال، ۱۰۰ درصد از فانوس‌های دریایی جدید، طرح‌هایی دارند که تأثیر قابل توجهی در پایداری، مانند کاهش مصرف انرژی را نشان می‌دهند. در مورد انعطاف‌پذیری، فانوس‌های دریایی دستاوردهای چشمگیری در این زمینه داشته‌اند. سازنده لوازم برقی چینی Midea را در نظر بگیرید. این‌شرکت با اختلال و تنوع زنجیره تامین همراه با نیاز به ارائه محصولات متنوع‌تر به یک پایگاه مشتری پراکنده‌تر مواجه‌شد. با استقرار یک برج کنترل زنجیره تامین سرتاسری، سایت Hefei Midea انعطاف‌پذیری خود را با افزایش شفافیت در مورد خطرات عرضه افزایش داد و در عین حال به‌کاهش ۵۶ درصدی در زمان تحویل رسید. در همین حال جانسون اند جانسون در بانکوک نیز یک برج کنترل زنجیره تامین مشترک را برای رفع فقدان دید انتها به انتها (توجه به کل زنجیره تأمین) در مورد خطرات عرضه و موجودی، به دلیل عدم یکپارچگی با تامین کنندگان و مشتریان، مستقر کرد. برج کنترل

[21] برزخ پایلوت به شرایطی گفته می‌شود که یک شرکت یک پروژه مانند استفاده از یک فناوری نوین دیجیتال را مقیاس کوچک مورد استفاده قرار می‌دهد اما شرکت نمی‌تواند نتایج این پروژه را تعمیم دهد و در مقیاس بزرگ و ارزشمند برای شرکت، از این فناوری استفاده نماید.

انعطاف پذیری زنجیره تامین را تقویت کرد و از رشد درآمد ۱۳ درصدی در خلال همه گیری کووید۱۹- حمایت کرد و در عین حال موجودی را تا ۲۵ درصد کاهش داد.

بیش از دو سوم از پاسخ دهندگان (۶۷ درصد) معتقدند که مقیاس انقلاب‌صنعتی چهارم برای دستیابی به این سه اولویت بسیارمهم است. موارد در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- ۸۰ درصد از پاسخ دهندگان، بهره‌وری، پایداری و انعطاف پذیری را به عنوان اولویت های اصلی‌در نظر می گیرند، و دو سوم آن ها مقیاس فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم را برای دستیابی‌به این اولویت ها ضروری می دانند.

۲–۲. بررسی واقعیت مقیاس: افشای حقیقت

صرف‌نظر از سطوح اطمینان بیان شده در آغاز انقلاب چهارم صنعتی، نگاه کردن به وضعیت فعلی پیشرفت گسترش مقیاس، یک بررسی واقعیت حیاتی را ارائه می‌کند. درمیان شرکت‌های غیر فانوس دریایی، به طور متوسط تنها ۷ درصد از شبکه‌های تولیدی آنها در استفاده از فناوری‌های‌انقلاب صنعتی چهارم پیشرفته موفق بوده‌اند.

اینجاست‌که شکاف عملکرد به وضوح برای فانوس‌های دریایی آشکار می‌شود که به طور متوسط ۲۰ درصد از شبکه‌های تولیدی خود را بر پایه انقلاب چهارم صنعتی توانمند کرده‌اند. این‌اعداد دو بینش جالب را نشان می‌دهند. اول، آنها روشن می‌کنند که گسترش مقیاس یک سفر چالش برانگیز برای همه است. دوم، حتی برای افراد پیشتاز، ساده نیست. با توجه به بادهای مخالف مختلف که مانع پیشرفت می‌شوند، این موضوع تعجبی ندارد. چراکه بخشی از چالش دامنه است، ردپای تولیدی بزرگ و پیچیده با صدها سایت و تأمین کننده در شبکه، همراه با هزاران نفر که باید در سفر تحول دیجیتال شرکت‌کنند، نیازمند ایجاد قابلیت‌های بی‌وقفه هستند. چالش‌دیگر عدم استانداردسازی موارد استفاده با تاثیر بالا است. در نهایت، زیرساخت‌های فناوری با سرعت بالایی در حال پیشرفت است و تلاش های استانداردسازی را مختل می‌کند.

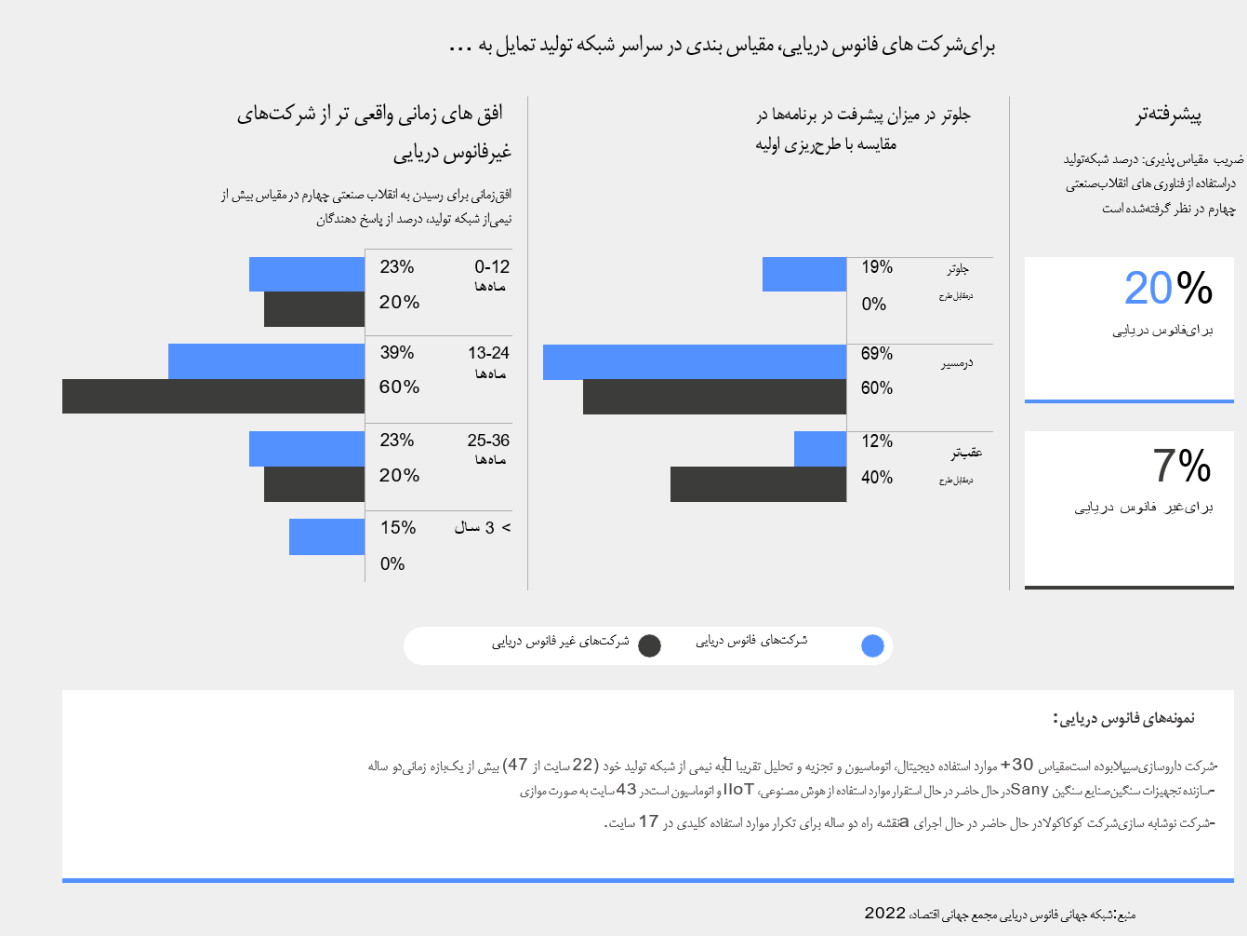
شکل ۲ روشن می‌کند که فانوس دریایی کار متفاوتی انجام می‌دهد و به خوبی از رقبای خود جلوتر است. اگرچه بیشترآنها مطمئن هستند، اما فقط فانوس‌های دریایی جلوتراز برنامه هستند. وقتی از میزان پیشرفت آنها در گسترش مقیاس فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در مکان های مختلف پرسیده شد، مشخص می‌شود که فانوس‌های‌دریایی با اختلاف زیادی پیشرو هستند. در حالی که تقریباً نیمی ازشرکت‌های غیر فانوس دریایی معتقدندکه نسبت به زمان بندی خود عقب هستند، این نسبت برای فانوس‌های دریایی کمتر از ۱۵ درصد است.

برنامه‌های گسترش مقیاس در بیش از دو سوم فانوس‌های دریایی گزارش می‌دهند که در مسیر درست قرار دارند. با این حال، بزرگترین تفاوت این است که از هر پنج شرکت فانوس دریایی یک شرکت جلوتر از برنامه زمان‌بندی خود است و این در حالی است که هیچ سازمان غیر فانوس دریایی دیگری که مصاحبه شده است این تمایز را ادعا نکرده است.

سازمان‌های فانوس دریایی نسبت به رقبای غیرفانوس دریایی خود افق‌های زمانی واقع بینانه‌تری ایجاد کرده‌اند که در میان شبکه‌های‌تولیدی خود مقیاس پذیری می‌کنند. وقتی از آنها پرسیده شد که چقدر طول می‌کشد تا انقلاب صنعتی چهارم در بیش از نیمی از شبکه‌هایشان ایجاد شود، همه غیر فانوس‌های دریایی با جدول زمانی کمتر از سه سال پاسخ دادند و ۸۰ درصد افق زمانی بلندپروازانه ۲۴ ماهه یا کمتر را تعیین کردند. درمقابل، تنها ۶۲ درصد از فانوس‌های دریایی به همین اندازه خوش‌بین هستند و ۱۵ درصد فکر می کنند که ممکن است بیش از سه‌سال طول بکشد.

این داده ها دو نکته کلیدی را نشان می‌دهد. اولین مورد این است‌که فانوس‌های دریایی در مورد افق زمانی برای گسترش مقیاس‌شبکه‌های تولید خود آگاه‌تر و واقع‌بینانه‌تر به نظر می‌رسند. دوم این است که اگرچه فانوس‌های دریایی افق‌های زمانی‌طولانی تری را پیش بینی می‌کنند، فانوس‌های دریایی سریع تر از غیر فانوس‌های دریایی بزرگ می‌شوند.

مثال های متعددی این کارایی گسترش مقیاس را نشان می‌دهد. شرکت داروسازی Cipla را در نظر بگیرید که بیش از ۳۰ مورد استفاده دیجیتال، اتوماسیون و تجزیه‌و تحلیل را به تقریباً نیمی از شبکه تولید خود - ۲۲ سایت از ۴۷ - تنها در طول دو سال افزایش داده است. در همین‌حال، تولید کننده تجهیزات سنگین Sany Heavy Industry هوش مصنوعی (AI)، اینترنت صنعتی اشیاء و موارد استفاده‌اتوماسیون را در ۴۳ سایت به طور موازی به کار می‌گیرد.



شکل ۲- مقیاس‌گذاری برای شرکت‌های فانوس دریایی سریعتر و واقعی تر پیشرفت می‌کند

۲–۳. فانوس‌های دریایی در حال نوشتن داستان موفقیت در گسترش مقیاس هستند

بسیاری از شرکت‌ها با توجه به چالش‌های مختلف گسترش مقیاس، از برنامه‌های خود عقب‌تر هستند. این نظرسنجی جهانی برای تعیین این چالش‌ها و چگونگی تأثیر آنها بر شرکت‌های فانوس دریایی و غیر فانوس دریایی طراحی شده است. اعضای شبکه جهانی‌فانوس دریایی فصل آغازین را با غلبه بر این چالش‌هانوشته‌اند، اما انجام این کار مستلزم شناخت واضح موانع واقعی برای گسترش مقیاس است. این شکاف در شناخت است که فانوس‌های دریایی را از سایر شرکت‌ها جدا می‌کند.

۲–۳–۱. فانوس‌های دریایی از آنچه برای گسترش مقیاس لازم است آگاه هستند

طیفی از نیروهای خارجی مانند همه‌گیری COVID-19 و مسائل زنجیره تامین تا عوامل اقتصادی مانند تورم مانع بزرگی بر سر راه گسترش مقیاس موفقیت‌آمیز در سراسر شبکه‌های تولید هستند. تقریباً همه پاسخ دهندگان بر این باورند که چنین عوامل خارجی چالش هایی را ایجاد می‌کنند، با این حال بینش‌های اصلی با در نظر گرفتن موانع داخلی درک شده ظاهر می‌شوند.

بررسی‌عمیق‌تر این تحلیل، با تمرکز بر چالش‌های داخلی، تضادهای قانع کننده‌ای را ارائه می‌کند، به ویژه با توجه به تفاوت بین آنچه فانوس‌های دریایی و غیر فانوس‌های دریایی تصویر می‌کنند مانع از پیشرفت در گسترش مقیاس می‌شوند. تقریباً همه پاسخ دهندگان - فانوس دریایی (۶۲ درصد) وغیر فانوس دریایی (۷۰ درصد) به طور یکسان - کمبود منابع و قابلیت‌ها را به عنوان یک چالش بزرگ نام می‌برند و از اینجا، تفاوت‌ها آشکار می شود.

اولاً، فانوس‌های دریایی با سهولت بیشتری اهمیت استراتژی را برای گسترش مقیاس موفقیت آمیز تصدیق می‌کنند، بنابراین هنگام حل مشکلات، آگاه‌تر و منطقی‌تر هستند که ضعف‌های استراتژی‌شان مانع است. تفاوت در اینجا آشکار است، زیرا فانوس‌های‌دریایی فقدان استراتژی را به عنوان یک چالش کلیدی‌تقریباً سه برابر بیشتر از شرکت‌های غیرفانوس دریایی شناسایی می‌کنند (به ترتیب ۲۷ درصد در مقابل ۱۰ درصد). مفهوم این نیست که فانوس‌های دریایی فاقد استراتژی هستند، زیرا این نسبت به فاکتور مقیاس‌پذیری تقریباً سه برابر بهتری که به دست می‌آورند متناقض است. با این حال، نشان می‌دهد که فانوس‌های دریایی آگاهی بسیار واقع بینانه تری از نیاز به استراتژی بهینه دارند.

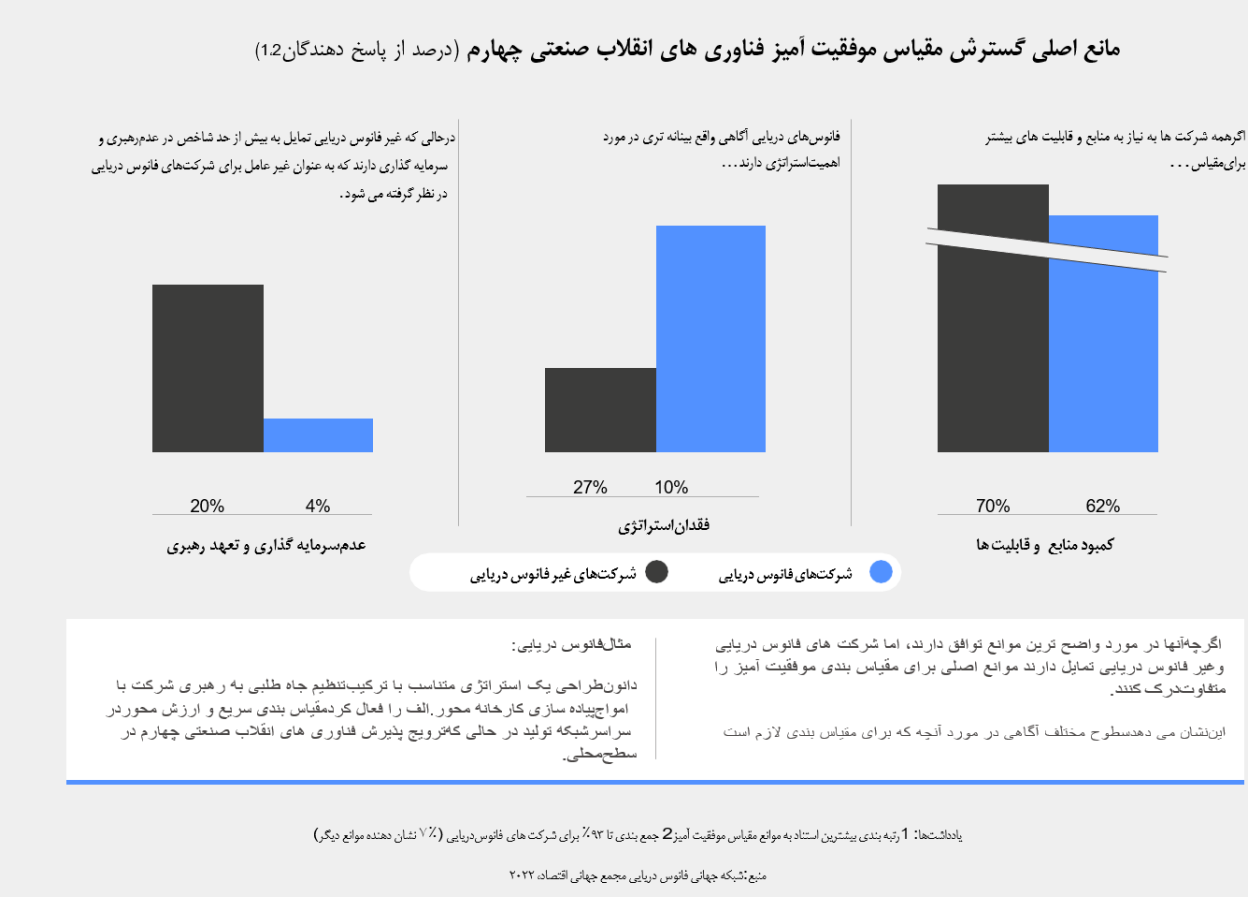
باتوجه به اینکه تنها ۱۰ درصد از غیر فانوس‌های دریایی از فقدان استراتژی به عنوان یک مانع کلیدی نام می‌برند، منطقی است که این را نشانه واضحی از «شکاف آگاهی» بخوانیم. ممکن‌است بیشتر شرکت‌ها در مورد معنای واقعی استراتژی سردرگم باشند. به عنوان مثال، پیاده‌سازی فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی ممکن است استراتژی در نظر گرفته شود. در حالی که چنین فناوری‌هایی باید در واقع اهرمی برای دستیابی به یک استراتژی واقعی و همسو با اولویت‌های تجاری باشند.

این موضوع به ویژه زمانی که شکاف ادراک دیگری را در نظر می‌گیریم قانع‌کننده‌تر می‌شود: سرمایه‌گذاری و تعهد رهبری. در حالی که ۲۰ درصد از شرکت‌های غیر فانوس دریایی سرمایه‌گذاری و عدم تعهد رهبری را به عنوان چالش اصلی خود برای گسترش مقیاس نام می برند، تنها ۴ درصد از فانوس‌های دریایی این موضوع را اشاره می‌کنند. فانوس‌ها موانع کمتری

را در رابطه با تعهد رهبری و سرمایه گذاری ذکر می‌کنند. با توجه به آگاهی بیشتر آنها از اهمیت حیاتی استراتژی، توسعه و اجرای آن، این امر انتظار می رود. واضح است که رهبری و تعهد با یک استراتژی کاملاً مشخص کار می‌کنند.

نمونه جالبی از رهبری را می‌توان در فانوس دریایی تازه تعیین‌شده Flex در Sorocaba یافت، که هر یک از ابتکارات انقلاب صنعتی چهارم خود را در سطح منطقه‌ای حمایت می‌کرد. این امر مسئولیت‌پذیری و تأمین مالی را تسهیل کرده و در عین حال موانع را از بین می‌برد و همچنین راه را برای یک تحول موفق سایت هموار می‌کند. در مورد استراتژی، استراتژی طراحی شده Danone تنظیمات جاه طلبی رهبری شرکت را با فرآیند پیاده‌سازی برنامه‌های تحول دیجیتال در سطح کارخانه ترکیب‌کرد. این مقیاس سریع و مبتنی بر ارزش را در سراسر شبکه تولید امکان پذیر کرده و در عین حال پذیرش فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم را در سطح محلی ارتقا داد.

فانوس‌های‌دریایی و غیر فانوس‌های دریایی برداشت‌های متفاوتی از آنچه در هسته چالش گسترش مقیاس نهفته است دارند. این نشان می‌دهد که شرکت‌های فانوس دریایی در مورد آنچه که برای گسترش مقیاس لازم است واضح‌تر هستند و شناخت واضح تری از چالش‌های اصلی دارند. در جایی که فاقد مهارت یا استراتژی هستند، با آگاهی از آن کاستی‌ها این کار را انجام می‌دهند. در مقابل، شرکت‌های غیرفانوس دریایی، آگاهی کمتری در مورد عناصر واقعاً مهم گسترش مقیاس دارند.



شکل ۳- آنچه برای گسترش مقیاس لازم است: موانع درک شده برای گسترش مقیاس موفق، شکاف آگاهی بین‌شرکت‌های فانوس دریایی و غیرفانوس دریایی را نشان می‌دهد

۲-۳-۲. شناخت‌عوامل کلیدی

شکاف آگاهی بین فانوس دریایی و غیر فانوس دریایی در هنگام تجزیه و تحلیل درک شده بیشتر می‌شود. عوامل کلیدی برای گسترش مقیاس موفق، تفاوت های قابل توجهی بین فانوس‌های دریایی و غیر فانوس دریایی ایجاد کرده است. به عبارت دیگر، رازهای موفقیت، در این فرآیند تغییر مقیاس نهفته است.

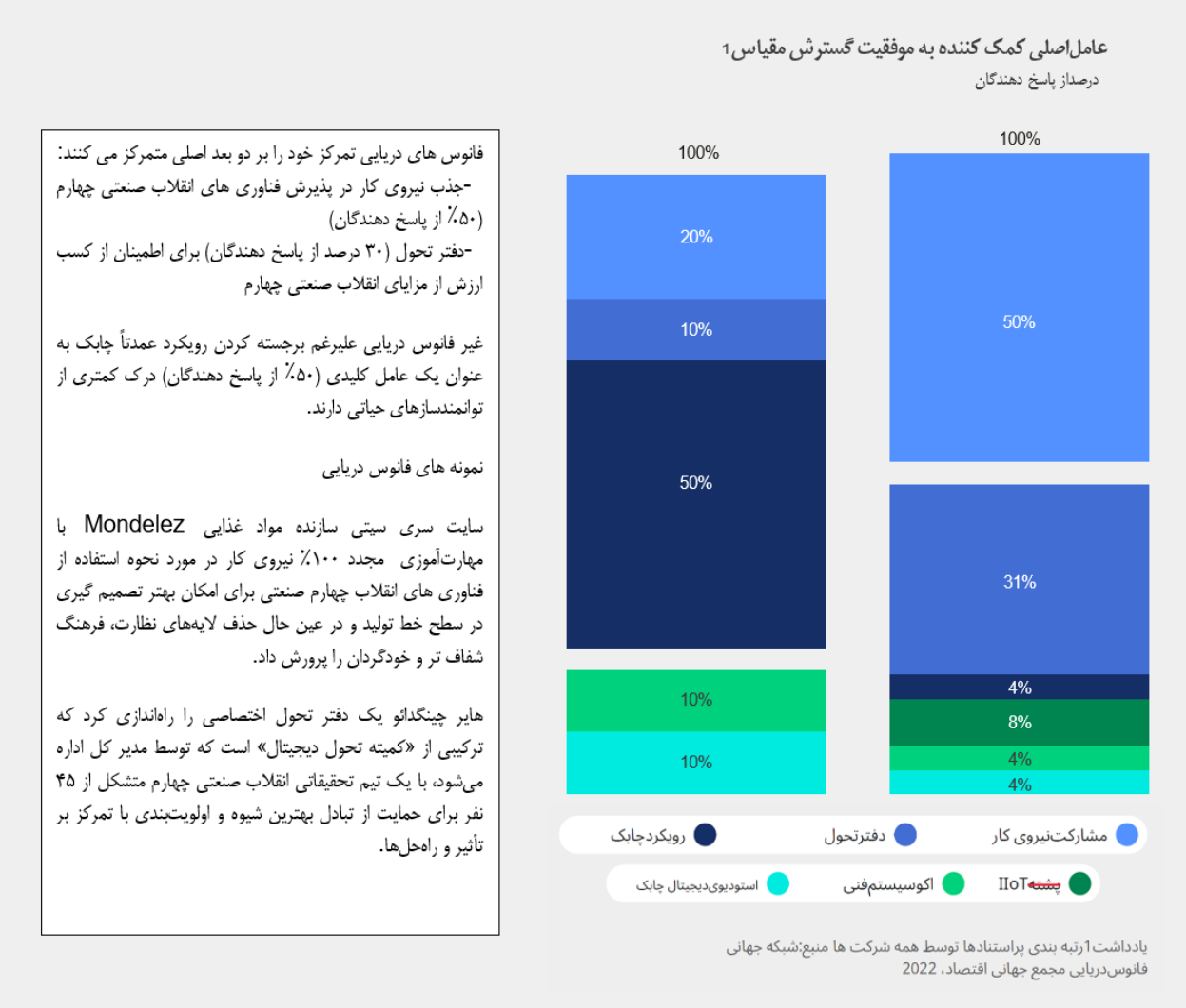
درمورد فانوس‌های دریایی، توانمندسازهای کلیدی عمدتاً افراد هستند. مشارکت نیروی کار برای ۵۰ درصد از پاسخ‌دهندگان به عنوان توانمندساز برتر در نظر گرفته می‌شود و ۳۱ درصد یک دفتر تحول را به عنوان بهترین توانمندی می‌دانند. این نشان می‌دهد که فانوس‌های دریایی از اهمیت حصول اطمینان از جذب ارزش دیجیتال آگاه هستند. پنج عامل توانمندی دیگر(رویکرد چابک، اینترنت اشیای صنعتی، چشم‌انداز فناوری، استودیوی دیجیتال چابک، و آکادمی اینترنت اشیا صنعتی) به طورقابل توجهی تاثیر کمتری در نظر گرفته می‌شوند که نشان دهنده توانمندسازهای برتر برای کمتر از یک پنجم پاسخ‌دهندگان است.

درمقابل، در میان پاسخ دهندگان غیرفانوس دریایی، تأکید زیادی بریک عامل بیش از همه وجود دارد، به طوری که نیمی از آنها (۵۰ درصد) رویکرد چابک را به عنوان توانمندساز برتر فهرست می‌کنند. ترکیبی از ۲۲ درصد، چشم‌انداز فناوری یا استودیو دیجیتال چابک را به عنوان فعال‌کننده اصلی فهرست می‌کند. تنها ۳۰ درصد از شرکت‌های‌غیرفانوس دریایی، مشارکت نیروی کار (۲۰ درصد) و دفتر تحول (۱۰ درصد) را در صدر فهرست فعال کننده‌های خود قرار می‌دهند.

در حالی که همه این توانمندسازها می‌توانند نقش مهمی در گسترش مقیاس داشته باشند، شکاف بین آنچه فانوس‌های دریایی و غیر فانوس‌های دریایی به‌عنوان توانمندساز برتر خود شناسایی می‌کنند، قابل توجه است. فانوس‌های غیر دریایی که می‌خواهند قابلیت توربوشارژ را ایجاد کنند و در سراسر شبکه‌های تولید مقیاس‌پذیری ایجاد کنند، یک مثال اثبات شده برای دنبال کردن دارند. فانوس‌های دریایی با سرمایه‌گذاری روی **افراد** از نردبان بالا رفته‌اند.

برای کسانی که می‌خواهند موفقیت خود را تقلید کنند، ضروری است: فوراً روی **افراد و موتور اجرایی**[۲۲] سرمایه‌گذاری کنند.

[22] people and the execution engine



شکل ٤-درک عوامل حیاتی شکاف آگاهی بین شرکت‌های فانوس دریایی و غیر فانوس دریایی را تأیید می‌کند

۲-۳-۳. نقاط راه گسترش مقیاس: آماده برای دنبال کردن توسط دیگران

تجربه شرکت‌های شبکه فانوس دریایی – داستان فصل اول‌انقلاب صنعتی چهارم – آموزه‌های ارزشمندی را برای شرکت‌هایی ارائه می‌دهد که به دنبال تقلید از موفقیت خودهستند. فانوس‌های دریایی همیشه چراغ‌های راهنما و کمکی برای هدایت دیگران بوده‌اند. در راستای این امر، این سازمان‌های‌پیشرو « **نقاط راه گسترش مقیاس**»[23] را ایجادکرده‌اند، زیرا در سال‌های گذشته موانع را برای گسترش مقیاس بررسی کرده‌اند.

[23] Scaling waypoints

شایان ذکر است این راهیابی بدون چالش نبوده است - در واقع، فانوس‌های دریایی باید مبارزه می‌کردند و یاد می‌گرفتند. بسیاری پس از افتادن در برزخ پروژه‌های آزمایشی، یادگرفتند که چگونه از مرحله آزمایشی خارج شوند. با این‌حال، آنها از طریق نوآوری و پشتکار پیشرفت کردند. همانطورکه شرکت‌ها ادامه دادند، آنها چشم انداز اضافی حاصل از مسیر طی شده را به دست آوردند و آگاهی آنها نسبت به آنچه که برای گسترش مقیاس لازم است، عمیق‌تر شدند. در همین حال، آن‌ها نشانه‌هایی روشن را در مسیر توسعه خود بر جای گذاشته‌اند و بدین ترتیب یک "استراتژی پیرو هوشمند[۲۴]" برای دیگرانی که دوست دارند مسیر آنها را دنبال کنند، ایجاد کرده‌اند.

شرکت‌های‌غیر فانوس دریایی اکنون یک انتخاب دارند: آنها می‌توانند مسیریابی خود را انجام دهند و آزمایش‌ها و خطاهایی را که قبلاً فانوس های‌دریایی بر آنها غلبه کرده‌اند، تکرار کنند؛ یا می‌توانند از استراتژی پیرو هوشمند استفاده کنند و از موارد استفاده و روش شناسی رهبران برای تسریع پیشرفت خود از نقاط راه گسترش مقیاس که فانوس‌های دریایی در محل مناسب قرار داده‌اند، استفاده کرده و از آنها یاد بگیرند. درگیر شدن در یک استراتژی پیرو هوشمند، شامل خواندن نقاط راه و شناخت سه مورد ضروری به شرح زیر برای موفقیت است:

۱) **ساختن یک استراتژی روشن:** بدون جهت روشن، گستردگی امکانات و تنوع کاربردها و فناوری‌ها سازمان‌ها را در برزخ پایلوت تهدید می‌کند. در مقابل، فانوس‌های دریایی نشان می‌دهند که تحول دیجیتال باید بر اساس ارزش مشتری طراحی شود و با استراتژی کلی کسب و کار شرکت هماهنگ باشد.

۲) **سرمایه‌گذاری روی افراد و پرسنل شرکت**: بدون مدل‌های منابع و قابلیت‌های مناسب، یک تحول به زودی از منابع تهی می‌شود.

۳) **تنظیم حکمرانی درست:** بدون تضمین ارزش و حکمرانی- همراه با موتور اجرایی مناسب - شرکت‌ها نمی‌توانند ارزشی را که به دنبال آن هستند بدست آورند یا تأثیر واقعی‌ایجاد کنند. فانوس‌های دریایی در سخت‌ترین قسمت موفق هستند: **طراحی و پایبندی به استانداردهای جدید**.

[24] smart follower strategy

منابع

ابطحی, م. (۱۴۰۲). سند رسته تولید نرم‌افزارها، پلتفرم‌های فناوری‌های پیشرو و ماشین‌های هوشمند، طرح تدوین نقشه راهبردی صنعتی و ارتقای تولید داخل. تهران: موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.

سریع‌القلم, م. (۱۴۰۲ ,۱۱ ۰۷) . گزارش داوس ۲۰۲۴

https://sariolghalam.com/2024/01/27/%DA%AF%D8%B2%D8%A7%D8%B1%D8%B4-%D8%AF%D8%A7%D9%88%D8%B3-%DB%B2%DB%B0%DB%B2%DB%B4/

Betti, F., Desnos, V., Giraud, Y., Torti, F., Becker, M., Benkhaira, Y., & de Boer, E. (January 2023). *Global Lighthouse Network: Shaping the Next Chapter of the Fourth Industrial Revolution.* Geneva: World Economic Forum.

Bristol, H., de Boer, E., & Shahani, R. (2023, December 14). *The continuing evolution of the Global Lighthouse Network*. Retrieved from McKinsey & Company: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-continuing-evolution-of-the-global-lighthouse-network

Keenan, G., & Patterson-Waites, A. (2024). *Centre for the Fourth Industrial Revolution Network 2022-2023, Impact report.* https://initiatives.weforum.org/c4ir/home: World Economic Forum (WEF).

Statista. (2023, 12 05). *Digital transformation: Statistics report on digital transformation worldwide*. Retrieved from https://www.statista.com/study/74997/dossier-digital-transformation/