صنعت پنجم: وضعیت اقتصاد صنعتی در آینده

نویسنده:

اوتایان الانگوان

مترجم:

ایمان عتیقی

REA
Research Expansion Alliance

انتشارات رئا

سرشناسه: ایلانگوان، اوتایان Elangovan, Uthayan
عنوان ونام پدیدآور: صنعت پنجم (وضعیت اقتصاد صنعتی در آینده) اوتایان الانگوان
مترجم:ایمان عتیقی
مشخصات نشر: تهران/موسسه مروارید درخشان اندیشه ۱۴۰۲
مشخصات ظاهری:۲۰۲ص:مصور،
شابک: ۶-۹-۹۰۰۸۰-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی:فیپا
یادداشت:عنوان اصلی:Industry 5.0,The Future of The Industrial Economy,c 2023
عنوان دیگر: وضعیت اقتصاد صنعتی در آینده.
موضوع:Industry 5.0
جامعه پنجم Society 5.0 ,
روبوت‌های صنعتی Automation ,
انسان و کامپیوتر Human-computer interaction
شناسه افزوده: عتیقی، ایمان، ۱۳۵۹ -، مترجم
رده‌بندی کنگره: T۵۹/۶
رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۴۰۳۸
شماره کتابشناسی ملی:۹۵۲۲۲۶
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

عنوان کتاب

صنعت پنجم: وضعیت اقتصاد صنعتی در آینده

مترجم : ایمان عتیقی

ناشر:تهران/موسسه مروارید درخشان اندیشه ۱۴۰۲
نوبت چاپ: اول
سال چاپ: ۱۴۰۲
شمارگان:۱۰۰۰ نسخه
قیمت:۱۵۰۰۰۰۰ ریال
طراح جلد: سهیل فاخری
ویراستاری و صفحه آرایی: واحد نشر مروارید درخشان اندیشه
شابک:۶-۹-۹۰۰۸۰-۶۲۲-۹۷۸

REA
Research Expansion Alliance

انتشارات رنا

نشانی: تهران-بلوار عدل-بالاتر از چهارراه عدل-کوچه گلزار یکم- پلاک ۳۶-مروارید درخشان اندیشه

تارنما: https://mdapubs.com

پیشگفتار

میزان خلق فناوری مدرن و ترویج آن مطمئنا در بخش‌های مختلف صنعتی متفاوت است. فناوری همواره در حال پیشرفت بوده و تولید نیز باید به موازای آن توسعه یابد تا در رقابت باقی بماند. از آنجایی که انقلاب صنعتی چهارم هنوز نقطه تغییر اصلی و اولیه بسیاری از رهبران تولید صنعتی محسوب می‌شود، بنابراین نگاه به آینده امری بسیار مهم است. اینترنت اشیاء در صنعت نشانگر یک فناوری مدرن و موثر است که از زمان معرفی اینترنت اشیاء صنعتی تغییرات بسیاری را به وجود آورده و مزایای قابل توجهی برای تولیدکنندگان صنایع مختلف دارد. این کتاب تلاش می‌کند تا نحوه بهره‌مندی شرکت‌های کوچک و متوسط و سازندگان تجهیزات اصلی از افزایش اثربخشی فرآیند، افزایش اثربخشی عملیاتی و کاهش نیروی کار غیرماهر به بهترین شکل و با استفاده از انقلاب صنعتی سوم، چهارم و از طریق انقلاب صنعتی پنجم بررسی کند که قطعا منجر به ایجاد وظایف ارزشمندتری شده و نتایج مطلوبی را از تعامل انسان با ماشین به ارمغان می‌آورند.

من همیشه اشتیاق به پیشرفت در مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) و تولید یکپارچه کامپیوتری داشته‌ام. به عنوان یک مشاور کسب‌وکار در حوزه PLM و اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT)، فرصت کمک به برخی شرکت‌های تولیدی به منظور بهبود کسب‌وکار آن‌ها، یافتن روش‌هایی برای رفع مشکلات و کمک به آن‌ها برای شروع سیر تحولشان داشته‌ام، خود را موظف می‌دانم که دانش و تجربیاتم را به اشتراک بگذارم. امیدوارم اطلاعات و تجربه ارایه شده در این کتاب رهبران کسب‌وکار، متخصصان طراحی و توسعه محصول، تولیدکنندگان، متخصصان خودکارسازی صنعتی، متخصصان فناوری اطلاعات (IT)، مشاوران و آکادمی‌ها را آگاه کند تا به این درک برسند که برای بهبود فرآیند مهندسی، به اثربخشی تولید، کیفیت و محیط تولید بدون پسماند نیاز دارند.

تشکر و قدردانی

مایلم از چند نفر که به واسطه این کتاب مرا ملاقات کردند تشکر کنم؛ همه کسانی که پیشنهاد کمک کرده و درباره مسائل مربوط به کتاب نظر دادند. با تشکر از سیندی رنی کارلی ویراستار اجرایی، ارین هریس دستیار ارشد ویراستاری، ناشر من انتشارات CRC/ گروه تیلور و فرانسیس: بدون شما، این کتاب مطمئنا هرگز جایگاه خود را در دنیای دیجیتال و برای بسیاری از افراد در سراسر این دهکده جهانی پیدا نمی‌کرد.

از جوئل استین برای نشان دادن مسیر تالیف این کتاب تشکر می‌کنم.

مایلم از دوستان و کارشناسان فن، اس. پالانیول،ای. سرینیواس فانی چاندرا، الف. بابو، کی. مانیکانان، وی. ونکاتارامانان، وی. بووانسواران، دال. گوپینات، کی. گوپینات، آر. سلواراج،ای. کمالاتان، نون. گانش، اس. راجاپراکاش، پی. سراوانان،ای. کالیداس و پی. بسکار که در فرآیند تفکر برای طراحی شرکت کردند تشکر کنم.

از پدر و مادرم، همسرم سارانیا اوتایان، پسرم یو. نیلمادهاو، اساتیدم، دوستان خوبم، همکارانم در تجارت و تمام خیرینی که بدون آن‌ها این کتاب ممکن نبود ابراز محبت و قدردانی می‌کنم.

درباره نویسنده

اوتایان الانگوان دارای ۱۷ سال تجربه پویا، در حوزه‌های مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) و مشاوره اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT) برای مجموعه‌ای از مشاغل، از جمله شرکت‌های خودروسازی، برق، پزشکی، صنعتی و الکترونیک می‌باشد. او در زمینه استفاده از PLM، IIoT و سرمایه‌گذاری کمک کرده، آن‌ها را رهبری می‌کند و با ابزارها و ترفندهای همکاری پیشرفته، به مشتریان در سراسر جهان مشاوره می‌دهد. سیستم IIoT که در PLM، IIoT و تاثیر آن بر توسعه محصول قدرتمند بوده و PLM را تضمین می‌کند، ضمن پشتیبانی از فرآیندهای کسب‌وکار نیازهای مشتری را نیز برآورد می‌کند. علاقه وی به ایجاد پیشرفت‌های فناورانه در فرآیند خودکارسازی، او را ترغیب کرد تا اولین کتاب خود را با نام «از خودکارسازی هوشمند تا تولید هوشمند-اینترنت اشیاء صنعتی» بنویسد که در فهرست برترین کتاب‌ها در زمینه خودکارسازی تولید در سایت معتبر Book Authority قرار گرفت. اشتیاق او به حوزه PLM و IIoT او را وادار به نوشتن دومین کتاب خود با نام «مدیریت چرخه عمر محصول (PLM): یک سفر دیجیتالی با استفاده از اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT)» کرد که به عنوان یکی از بهترین کتاب‌های مدیریت صنعتی، پرخواننده‌ترین و جدیدترین کتاب‌های مدیریت صنعتی در سال ۲۰۲۱ و جدیدترین کتاب‌های طراحی محصول در سال ۲۰۲۱ توسط سایت BookAuthority نامگذاری شد.

او مدرک لیسانس مهندسی مکانیک را از کالج مهندسی کنگو و مدرک کارشناسی ارشد را در رشته تولید یکپارچه کامپیوتر از کالج فناوری PSG گرفت. او در حال حاضر در تامیل نادو در کشور هند اقامت دارد و مشاور PLM و IIoT است و در شرکت خود (مشاوره نیل اسمارتک) خدمات مشاوره و آموزش کسب‌وکار ارایه می‌دهد.

کلمات اختصاری

ADAS	Advanced Driver Assistance System	سیستم کمک راننده پیشرفته
AGV	Automated Guided Vehicle	وسایل نقلیه خودراهنما
AI	Artificial Intelligence	هوش مصنوعی
AM	Additive Manufacturing	ساخت افزایشی
AMS	Aerospace Materials Specifications	مشخصات مواد هوافضا
APC	Advanced Process Control	کنترل پیشرفته فرآیند
APQP	Advanced Product Quality Planning	طرح ریزی پیشرفته کیفیت محصول
AR	Augmented Reality	واقعیت افزوده
ASPICE	Automotive Software Performance Improvement and Capability dEtermination	بهبود عملکرد نرم‌افزار خودرو و تعیین قابلیت
BOM	Bill of Material	لایحه مواد
BPA	Bisphenol A	بیسفنول A
BPM	Business Process Management	مدیریت فرآیند کسب‌وکار
CAD	Computer-Aided Design	طراحی به کمک کامپیوتر
CAE	Computer-Aided Engineering	مهندسی به کمک کامپیوتر
CAM	Computer-Aided Manufacturing	تولید به کمک رایانه
CAPA	Corrective Action Preventive Action	اقدام اصلاحی اقدام پیشگیرانه
CAx	Computer-Aided technologies	فناوری‌های کامپیوتری
CFD	Computational Fluid Dynamics	دینامیک سیالات محاسباتی
CFT	Cross-Functional Team	تیم فرا وظیفه‌ای
CIM	Computer-Integrated Manufacturing	تولید یکپارچه کامپیوتری
CNC	Computer Numerical Control	کنترل عددی کامپیوتری
CRM	Customer Relationship Management	مدیریت ارتباط با مشتری
CTQ	Critical to Quality	حیاتی برای کیفیت

CQI	Continuous Quality Improvement	بهبود مستمر کیفیت
DL	Deep Learning	یادگیری عمیق
DCS	Distributed Control System	سیستم کنترل توزیع شده
DFA	Design for Assembly	طراحی برای مونتاژ
DFF	Design for Fabrication	طراحی برای ساخت
DFE	Design for Environment	طراحی برای محیط‌زیست
DFM	Design for Manufacturing/Design for Manufacturability	طراحی برای تولید/طراحی برای قابلیت ساخت
DFMEA	Design Failure Mode and Effect Analysis	حالت شکست طراحی و تحلیل اثر
DFR	Design for Reliability	طراحی برای قابلیت اطمینان
DFT	Design for Testing	طراحی برای آزمایش
DFSC	Design for Supply Chain	طراحی برای زنجیره تامین
DFSS	Design for Six Sigma	طراحی برای شش سیگما
DFx	Design for Excellence	طراحی برای تعالی
DPA	Digital Process Automation	اتوماسیون فرآیند دیجیتال
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, and Control	تعریف، اندازه‌گیری، تجزیه‌وتحلیل، بهبود و کنترل
DMT	Defect Mapping Tool	ابزار نقشه‌برداری نواقص
DOE	Design of Experiments	طراحی آزمایش‌ها
DRC	Design Rule Checks	بررسی قوانین طراحی
EaaS	Energy-as-a-Service	انرژی به عنوان یک سرویس
eBOM	Engineering Bill of Material	لایحه مهندسی مواد
ECAD	Electronic Computer-Aided Design	طراحی الکترونیکی به کمک کامپیوتر
EDA	Electronic Design Automation	اتوماسیون طراحی الکترونیکی
EMS	Electronic Manufacturing Service	خدمات تولید الکترونیک
Ems	Environment Management System	سیستم مدیریت محیط‌زیست
ERP	Enterprise Resource Planning	برنامه‌ریزی منابع سازمانی
ESD	Electrostatic Discharge	تخلیه الکترواستاتیکی
ESG	Environmental, Social, and Corporate Governance	حاکمیت محیطی، اجتماعی و شرکتی
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	حالت شکست و تجزیه‌وتحلیل اثرات
FEA	Finite Element Analysis	تحلیل اجزای محدود

FEM	Finite Element Method	روش اجزای محدود
FDA	Food and Drug Administration	سازمان غذا و دارو
GRN	Goods Receipt Note	یادداشت رسید کالا
GPU	Ground Power Units	واحدهای برق زمینی
GSE	Ground Support Equipment	تجهیزات پشتیبانی زمینی
HMI	Human–Machine Interface	رابط انسان و ماشین
IATF	International Automotive Task Force	کارگروه بین‌المللی خودرو
ICS	Industrial Control System	سیستم کنترل صنعتی
ICT	Information and Communication Technology	فناوری اطلاعات و ارتباطات
IDOV	Identify, Design, Optimize, and Verify	شناسایی، طراحی، بهینه‌سازی و تایید
IEC	International Electrotechnical Commission	کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکی
IIoT	Industrial Internet of Things	اینترنت اشیاء صنعتی
IoT	Internet of Things	اینترنت اشیا
IPA	Intelligent Process Automation	اتوماسیون فرآیند هوشمند
IPC	Institute of Printed Circuits	موسسه مدارهای چاپی
IR	Infra-Red	فرو سرخ
ISO	International Organization for Standardization	سازمان بین‌المللی استانداردسازی
IT	Information Technology	فناوری اطلاعات
JIT	Just-In-Time	به هنگام
KPI	Key Performance Indicator	شاخص کلیدی عملکرد
M2M	Machine 2 Machine	ماشین به ماشین
ML	Machine Learning	یادگیری ماشین
MES	Manufacturing Execution System	سیستم اجرایی ساخت
MSA	Measurement System Analysis	تجزیه‌وتحلیل سیستم اندازه‌گیری
MDM	Medical Device Manufacturer	تولید کننده تجهیزات پزشکی
MRO	Maintenance, Repair, and Overhaul	تعمیر و نگهداری، تعمیرات و تعمیرات اساسی
MRP	Material Requirements Planning	برنامه‌ریزی نیازهای مواد
MSD	Moisture-Sensitive Device	دستگاه حساس به رطوبت
MVDA	Multivariate data analysis	تجزیه‌وتحلیل داده‌های چند متغیره
MVP	Minimum Viable Product	حداقل محصول قابل دوام

NC	Numerically Controlled	کنترل عددی
NLP	Natural Language Processing	پردازش زبان طبیعی
NPD	New Product Development	توسعه محصول جدید
NPI	New Product Introduction	معرفی محصول جدید
OEE	Overall Equipment Effectiveness	اثربخشی کلی تجهیزات
ODM	Original Design Manufacturer	سازنده طرح اصلی
OEM	Original Equipment Manufacturer	سازنده تجهیزات اصلی
OCR	Optical Character Recognition	تشخیص کاراکتر نوری
PCB	Printed Circuit Board	برد مدار چاپی
PCA	Printed Circuit Assembly	مونتاژ مدار چاپی
PCBA	Printed Circuit Board Assembly	مونتاژ برد مدار چاپی
PCA	Process Control Automation	اتوماسیون کنترل فرآیند
PCS	Process Control System	سیستم کنترل فرآیند
PDM	Product Data Management	مدیریت داده‌های محصول
PEEK	PolyEther Ether Ketone	پلی اتر اتر کتون
PESTLE	Political, Economic, Social, Technological, Legal, and Environmental factors	عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، حقوقی و محیطی
PLC	Programmable Logic Controller	کنترل کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی
PLM	Product Lifecycle Management	مدیریت چرخه عمر محصول
PMEA	Process Failure Mode and Effects Analysis	حالت شکست فرآیند و تجزیه‌وتحلیل اثرات
PPAP	Production Part Approval Process	فرآیند تایید بخش تولید
PVC	Polyvinyl Chloride	کلرید پلی وینیل
QFD	Quality Function Deployment	گسترش عملکرد کیفیت
QMS	Quality Management System	سیستم مدیریت کیفیت
RCA	Root-Cause Analysis	بررسی دلیل ریشه‌ای
RF	Radio-Frequency	فرکانس رادیو
RFID	Radio-Frequency Identification	شناسایی فرکانس رادیویی
ROI	Return of Investment	بازگشت سرمایه
ROV	Return of Value	بازگشت ارزش
RPA	Robotic Process Automation	اتوماسیون فرآیند رباتیک

RPN	Risk Priority Number	شماره اولویت ریسک
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	نظارت کنترل و اکتساب داده‌ها
SCARA	Selective Compliance Assembly Robot Arm	بازوی ربات مونتاژ انطباق انتخابی
SCM	Supply Chain Management	مدیریت زنجیره تامین
SME	Small to Medium Enterprise	شرکت کوچک تا متوسط
SMT	Surface Mount Technology	فناوری نصب سطحی
Solar PV	Solar PhotoVoltaic	فتوولتائیک خورشیدی
SPC	Statistical Process Control	کنترل فرآیند آماری
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats	نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها
THT	Through Hole Technology	از طریق فناوری سوراخ
TPS	Toyota Production System	سیستم تولید تویوتا
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	پروتکل کنترل انتقال/پروتکل اینترنت
VPVC	Unplasticized Polyvinyl Chloride	پلی وینیل کلراید پلاستیکی نشده
VSM	Value Stream Mapping	نگاشت جریان ارزش
VR	Virtual Reality	واقعیت مجازی
WCM	World Class Manufacturing	تولید در کلاس جهانی
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment	ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی

فهرست

فصل اول ۱

۱- تحول کسب‌وکار ۳

۲- عناصر کلیدی در تحول یک کسب‌وکار ۵

۱-۲- تحول سازمانی ۵

۲-۲- تحول فرآیند کسب‌وکار ۷

۳-۲- تحول فناوری ۹

۴-۲- تحول صنعتی ۱۰

۳- تحول در تولید صنعتی ۱۰

۴- تحول صنعتی در آینده ۱۱

۵- خلاصه ۱۲

منابع ۱٤

فصل دوم ۱٦

۱- خودکارسازی فرآیند ۱۸

۱-۱- خودکارسازی فرآیندهای مهندسی ۱۹

۲-۱- خودکارسازی فرآیند تولید ۲۰

۳-۱- خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار ۲۱

۴-۱- خودکارسازی فرآیند رباتیک ۲۲

۵-۱- خودکارسازی فرآیند دیجیتال ۲۵

۶-۱- خودکارسازی فرآیند هوشمند ۲٦

۲- ضرورت خودکارسازی فرآیند ۲۷

۳- تغییر فرآیند ۲۹

۴- از خودکارسازی فرآیند تا تغییر فرآیند ۳۰

۵- چالش‌ها ۳۱

۶- عوامل ایجاد ارزش در تغییر فرآیند ۳۲

۷- خلاصه ۳۳

منابع ۳۵
فصل سوم ۳۷
۱- انقلاب صنعتی ۳۸
۱-۱- نسل اول صنعت ۳۸
۱-۲- نسل دوم صنعت ٤۰
۱-۳- نسل سوم صنعت ٤۲
۲- کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی ٤۳
۳- SCADA (اسکادا) ٤۵
۴- ربات‌های صنعتی ٤٦
۵- نسل چهارم صنعت ٤۸
۶- اینترنت اشیاء ۵۱
۷- اینترنت اشیاء صنعتی ۵۲
۸- چاپ سه بعدی ۵٤
۹- واقعیت افزوده ۵۵
۱۰- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها ۵٦
۱۱- شبیه‌سازی ۵۷
۱۲- نسل پنجم صنعت ۵۸
۱۳- ربات‌های همکار ٦۰
۱۴- هوش مصنوعی ٦۳
۱۵- چاپ چهار بعدی ٦۵
۱۶- چالش‌های نسل پنجم صنعت ٦٦
۱۷- مزایای صنعت پنجم ٦٦
۱۸- خلاصه ٦۷
منابع ٦۸
فصل چهارم ۷۰

۱- انقلاب در فرآیندها ۷۲
۲- شش سیگما ۷۳
۳- سیستم تولید تویوتا ۷٤
۴- تولید ناب ۷۵
۵- تولید در کلاس جهانی ۷٦
۶- ضرورت تجارت برای دگرگونی فرآیند ۷۸
۷- انقلاب‌های دگرگونی فرآیند ۷۹
۸- پیاده‌سازی PLMبرای شرکت‌های کوچک (SME) ۸۰
۹- چالش‌های کسب‌وکار ۸۰
۱۰- پیش نیاز ۸۱
۱۱- رویکرد ۸۱
۱۲- نتیجه ۸۲
۱۳- پیاده‌سازی سیستم کنترل‌کننده فرآیند (کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC)، اسکادا) برای شرکت‌های کوچک ۸۲
۱۴- چالش‌های کسب‌وکار ۸۳
۱۵- پیش نیاز ۸۳
۱۶- رویکرد ۸۳
۱۷- نتیجه ۸٤
۱۸- فرآیند عملیات حرارتی ۸٤
۱۹- چالش‌های کسب‌وکار ۸٤
۲۰- پیش نیاز ۸۵
۲۱- رویکرد ۸۵
۲۲- نتیجه ۸٦
۲۳- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه در فرآیند عملیات حرارتی ۸٦
۲۴- ساخت افزایشی ۸۷

۲۵- واقعیت مجازی و واقعیت افزوده ۸۸
۲۶- چالش‌های کسب‌وکار در تحول فرآیند ۹۱
۲۷- ارتباط انقلاب فرآیند با تحول فرآیند ۹۳
۲۸- خلاصه ۹۵
منابع ۹۸
فصل پنجم ۱۰۰
۱- مسیر فضای دیجیتال ۱۰۲
۲- انواع انقلاب‌های خودکارسازی فرآیندی ۱۰۴
۳- خودکارسازی طراحی الکترونیکی ۱۰۴
۴- تحلیل فرآیند شکست ۱۰۶
۵- دگرگونی در فرآیند مونتاژ برد مدار چاپی (PCBA) ۱۰۸
۶- سیستم مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) برای طراحی PCB ۱۰۹
۷- چالش کسب‌وکار ۱۱۰
۸- پیش‌نیاز ۱۱۰
۹- رویکرد ۱۱۱
۱۰- نتیجه ۱۱۱
۱۱- تضمین کیفیت ۱۱۲
۱۲- ربات‌های صنعتی ۱۱۳
۱۳- انقلاب‌های دگرگونی فرآیند ۱۱۴
۱۴- شبیه سازی ۱۱۵
۱۵- واقعیت افزوده ۱۱۷
۱۶- ساخت افزایشی ۱۱۸
۱۷- خودکارسازی فرآیند رباتیک ۱۲۰
۱۸- استانداردسازی فرآیندSMT ۱۲۱
۱۹- کوبات‌ها ۱۲۳

۲۰- هوش مصنوعی ۱۲٤
۲۱- چالش‌های کسب‌وکار در تحول فرآیند ۱۲۵
۲۲- اتصال خودکارسازی فرآیند به تحول فرآیند ۱۲٦
۲۳- طراحی پایدار در تولید ۱۲۷
۲۴- خلاصه ۱۲۸
منابع ۱۳۰
فصل ششم ۱۳۲
۱- صنعت انرژی فتوولتائیک یا خورشیدی (PV) ۱۳٤
۲- خودکارسازی و تحول فرآیند در حوزه انرژی خورشیدی ۱۳٦
۳- خودکارسازی نیروگاه خورشیدی ۱۳۷
۴- تولید صفحات خورشیدی با چاپ سه بعدی ۱۳۷
۵- انرژی خورشیدی تقویت شده توسط خودکارسازی فرآیندهای رباتیک (RPA) ۱۳۸
۶- گنجاندن واقعیت افزوده (AR) در حوزه انرژی خورشیدی ۱۳۹
۸- نیروگاه خورشیدی هوشمند ۱٤۰
۹- کاربرد هوش مصنوعی در سیستم انرژی خورشیدی ۱٤۱
۱۰- صنعت فرآیند اکستروژن ۱٤۲
۱۱- پتانسیل‌های خودکارسازی فرآیند ۱٤۵
۱۲- خودکارسازی فرآیند برای تحول ۱٤٦
۱۳- تاثیر شبیه‌سازی در بهینه‌سازی جریان فرآیند ۱٤۷
۱۴- دامنه واقعیت افزوده (AR) در صنعت پلاستیک ۱٤۸
۱۵- ساخت افزایشی (AM) تولید پلاستیک را پیشرفت می‌دهد ۱٤۹
۱۶- سیستم مدیریت محیط‌زیست ۱٤۹
۱۷- نتیجه تحول ۱۵۰
۱۸- تجهیزات پشتیبانی زمینی در صنعت هوانوردی ۱۵۱
۱۹- خودکارسازی فرآیند جهت تحول ۱۵۲

۲۰- بهبود تعمیر و بازسازی اساسی توسط واقعیت افزوده (AR) / واقعیت مجازی (VR) در تجهیزات پشتیبانی زمینی هوانوردی ۱۵۳
۲۱- کاربرد ساخت افزایشی (AM) در تجهیزات پشتیبانی زمینی هوانوردی ۱۵٤
۲۲- نتیجه تحول ۱۵۵
۲۳- صنعت شیرآلات (ولوها) ۱۵٦
۲۴- خودکارسازی فرآیند جهت تحول ۱۵۷
۲۵- تاثیر شبیه‌سازی در صنعت ساخت شیرآلات ۱۵۷
۲۶- تاثیر IIOT در صنعت ساخت شیرآلات ۱۵۸
۲۷- خلاصه ۱٦۰
منابع ۱٦۲
فصل هفتم ۱٦٤
۱- نیاز کسب‌وکار به تحول صنعتی ۱٦۵
۲- چالش‌های تحول صنعتی ۱٦۷
۳- کاهش اثر چالش‌های تحول صنعتی ۱٦۸
۴- برنامه‌ریزی راهکار تحول صنعتی ۱۷۰
۵- طراحی راهبرد-عوامل درونی ۱۷۱
۶- طراحی راهبرد - عوامل خارجی ۱۷۳
۷- کاربرد تجاری ۱۷٦
۸- چالش تجاری ۱۷٦
۹- پیش نیاز ۱۷۷
۱۰- رویکرد ۱۷۷
۱۱- نتیجه ۱۸۱
۱۲- محیط کار در آینده ۱۸۲
۱۳- خلاصه ۱۸۳

فصل اول

تحول صنعتی

صنایع تولیدی در سرتاسر این دهکده جهانی در آستانه فرصت‌های بزرگی هستند که نوید توسعه و دگرگونی فوق‌العاده کسب‌وکار آن‌ها را از طریق محصولات هوشمند و تولید هوشمند می‌دهند که با نوآوری‌های فناورانه و پیشرفته امکان‌پذیر است. حوزه‌های صنعتی، محصولات خود را طی فرآیندهای پیچیده‌ای مانند تحقیق، طراحی، توسعه، تولید و خدمات به فروش می‌رسانند. تمام مراحل فرآیند تولید محصول دارای چالش‌های جداگانه‌ای هستند که با یک روش حل نمی‌شوند. شرکت‌های تولیدی همواره توسعه علم و فناوری را تشویق کرده و رویکردهای متنوعی را برای تغییر کسب‌وکار خود اتخاذ می‌کنند، در نتیجه دائما به دنبال راه‌های جدیدی برای ارتقا و متمایز کردن خود از رقبایشان هستند.

دیجیتالی شدن الگوی جدیدی را در فرآیند تولید به‌وجود آورده است که در آن ابزار تولید مدرن‌تر و پیشرفته‌تر شده‌اند. در نتیجه، این دغدغه‌ها را برای سرمایه‌داران تجاری ایجاد می‌کند: آیا فناوری‌های نوظهور کنترل خط تولید کارخانه‌های آینده را به‌دست خواهند گرفت؟ در دنیای فناوری مدرن رو به رشد، بسیاری از تولیدکنندگان در صورت بهره‌برداری صحیح از شرایط، از فرآیند خودکارسازی سود زیادی خواهند برد. ارتقاء فرآیند خودکارسازی به مرحله بالاتر می‌تواند یک مزیت بزرگ برای صنعت تولید محسوب شود. فرآیند خودکارسازی پیشرفته می‌تواند به کاهش تاخیر، کاهش هزینه‌های تولید و افزایش کیفیت محصول کمک کند.

حوزه‌های صنعتی در حال تغییر فضای رقابتی خود هستند و به سوی عصر جدیدی از رشد، تغییر و فرصت‌های اقتصادی حرکت می‌کنند. هر سازمانی از کارکنان و ماشین‌آلات خود انتظار دارد که در هنگام مدیریت عملیات، طراحی محصولات و هم‌چنین به هنگام ایجاد سرمایه فکری در سراسر جهان، وظایف خود را با کارایی و مهارت بیشتری انجام دهند. هدف اصلی تحول صنعتی، دست‌یابی به محصول و خدماتی با کیفیت بهتر برای مشتری است. سیستم‌های تجاری فعلی، از جمله تولید یکپارچه کامپیوتری (CIM)، مدیریت چرخه عمر محصول (PLM)، برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)، سیستم‌های اجرایی ساخت (MES)، کنترل کننده منطقی برنامه پذیر (PLC) و سامانه سرپرستی و گردآوری داده‌ها (SCADA) همراه با اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT)، در حال حاضر جهت اطمینان از تجربه کاربری برتر، زمان سریع برای ارزش‌گذاری، یکپارچه‌سازی اطلاعات و دسترسی آسان از هر نقطه در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوآوری بر روی تمامی مراحل از طراحی محصول گرفته تا تولید موثر است.

امروزه، صنایع تولیدی درحال‌توسعه ترفندهایی برای ترکیب نوآوری‌های جدید جهت بهبود کارایی و عملکرد خود هستند که مفهوم اصلی صنعت چهارم است. ارزیابی دقیق تمامی جوانب یک کسب‌وکار، از ارتباطات مشتری گرفته تا امکاناتی مانند بازگرداندن کسب‌وکار به نقطه اولیه خود و موارد دیگر امری ضروری است. علم رباتیک[1] برای تبدیل شدن به شالوده تولید ظهور کرده است و نوآوری‌های انقلاب صنعتی چهارم تنوع بیشتری را در فرآیندهای تولید ارایه می‌دهند. تولیدکنندگان هم‌چنین می‌توانند فرآیندهای خودکارسازی جدید و کارایی به کمک هوش مصنوعی را به شرکت‌های خود معرفی کنند. تحول صنعتی بعدی مستلزم اتخاذ، استانداردسازی و اجرای فناوری‌های جدید است که نیازمند چارچوب اختصاصی خود و هم‌چنین پیشرفت می‌باشد.

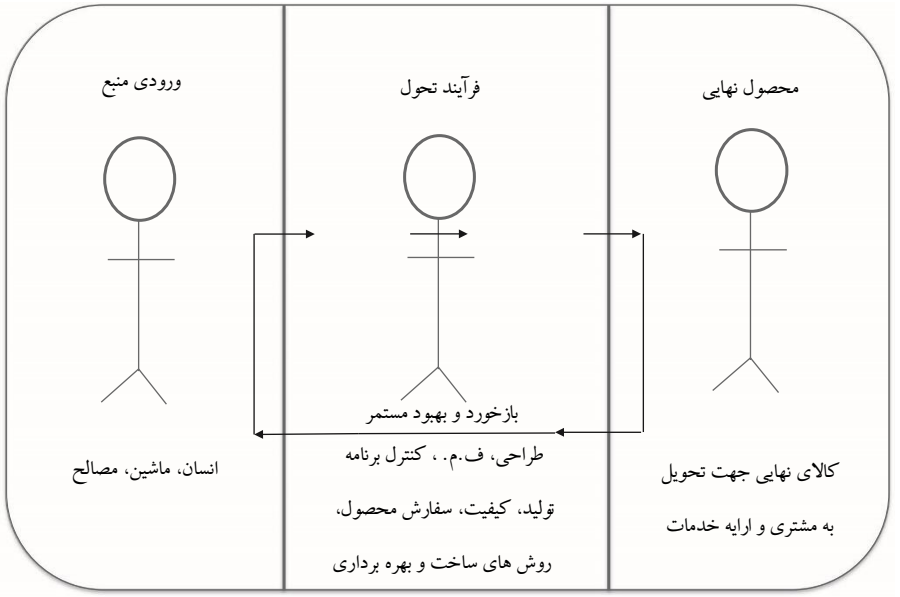
۱- تحول کسب‌وکار

تحول کسب‌وکار، یک ابتکار راهبردی در تشکیلات هر رهبر کسب‌وکار برای رقابتی ماندن به‌شمار می‌آید که شامل کارکنان، فرآیندها و هم‌چنین نوآوری بوده و به دست‌یابی به پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه اثربخشی، عملکرد و رضایت کامل مشتری کمک می‌کند. سازمان‌هایی که به‌طور مداوم تغییر می‌کنند، با چشم‌اندازی دقیق و قوی هدایت می‌شوند تا آینده خود را از طریق دگرگونی بتوانند دوباره طراحی کنند. بهبود، نشان دهنده یک تغییر عمده در توانایی‌ها و هویت یک سازمان است و این اطمینان را می‌دهد که سازمان می‌تواند نتایج ارزشمندی را که قبلا نمی‌توانست مرتبط با هدف خود ارایه دهد. دگرگونی کسب‌وکار بیشتر با اشتیاق شدید سازمان به عنوان فضای مهمی که باید بین مسیر فعلی و مسیر آینده سازمان پر شود، تعیین می‌شود. این یک پیشرفت اساسی در عملیات تجاری فعلی است. تعهد قاطعانه به گسترش ارزش، هم برای شناسایی اقداماتی که مطمئنا بهترین تاثیر را بر نقشه راه تحول سازمانی خواهند داشت و هم برای درک ارزش آینده آن برای سرمایه‌گذاران، یک دستورالعمل موثر است.

یکی از نمونه‌های موفق تغییر کسب‌وکار، اپل است - اپل از یک تولیدکننده سیستم‌های رایانه‌ای، کم کم به دستگاه‌های مشتری تبدیل شده است. کارشناسان می‌گویند این تغییر تدریجی بوده است. پس از عرضه

[1] شاخه‌ای از مهندسی که به ساخت و آموزش ربات‌ها معروف است. مترجم.

آی‌پاد، اپل از یک تامین‌کننده سخت‌افزار و نرم‌افزار به حوزه دستگاه‌های الکترونیکی مشتری تبدیل شد. با راه اندازی فروشگاه iTunes Music، اپل به یک تجارت رسانه‌ای تبدیل شد.



شکل ۱- فرآیند تحول ساده.

روند بهبود خدمات باید به طور مداوم در راستای یک تجارت پررونق باشد. به همین دلیل، تحولات کسب‌وکار باید با هدف ورود به بخش جدیدی از بازار، افزودن ارزش صنعتی به کسب‌وکار، بهبود کارایی فرآیندهای تولید و استفاده بهینه از منابع موجود باشد. مشخصات پیشرفت کسب‌وکار برای هر شرکت تولیدی متفاوت است. دلیل آن این است که هر شرکتی قدرت بهره مندی و مشکلات بخصوص خود را دارد. مسیر تغییر یک کسب‌وکار هرگز آسان نیست، چرا که مملو از چالش است. صرف نظر از ماهیت و هم‌چنین هدف تحول، همه شرکت‌ها می‌توانند با یک مقاومت قابل توجه در برابر تغییر مواجه شوند. برای تحقق یک تحول موفق، مدیریت باید جرات ریسک‌پذیری داشته و در فرآیند اجرا ثابت قدم و دقیق باشد. موفقیت در دگرگونی یک کسب‌وکار کاملا مبتنی بر توانایی شرکت در سازگاری با تغییر در راهبردها است که اغلب با

تغییر بازار، نیازهای تحول‌آفرین و جهت‌گیری ماهرانه تعیین می‌شوند. توانایی مدیریت در غلبه بر این موانع یکی از عوامل حیاتی در موفقیت است.

۲- عناصر کلیدی در تحول یک کسب‌وکار

صنایع تولیدی باید توجه خود را از صرفا بقاء به جستجوی روش‌های جدید برای رشد معطوف کنند. با توجه به جهانی شدن و سرعت تجارت امروزی، هیچ میانبر سریعی برای ساده کردن پیچیدگی‌های تجاری وجود ندارد. جهانی شدن، سادگی چارچوب‌های سازمانی را دشوار کرده است. کسب‌وکارهای چندملیتی امروزی هزاران کارمند، همراهان سازمانی متعدد و اقدامات قابل توجهی در سراسر جهان دارند. پیروی از یک ساختار سازمانی شرکتی مناسب و هم‌چنین الگوی بهره برداری، نبردی بی وقفه است.

چند سوالی که می‌تواند به صنایع تولیدی برای درک الزام تحول کسب‌وکار کمک کند به شرح زیر است:

۱. مشتریان چقدر از محصول و خدمات شما راضی هستند؟
۲. راه‌های افزایش تجربه مشتری چیست؟
۳. چگونه در دنیای رقابتی هوشمند و بهم پیوسته فعلی پیشرفت کنیم؟
٤. چگونه سرمایه‌گذاری‌های مالی در فناوری تجربه را بهبود می‌بخشد؟
۵. چگونه می‌توان موفقیت را تعیین کرد؟

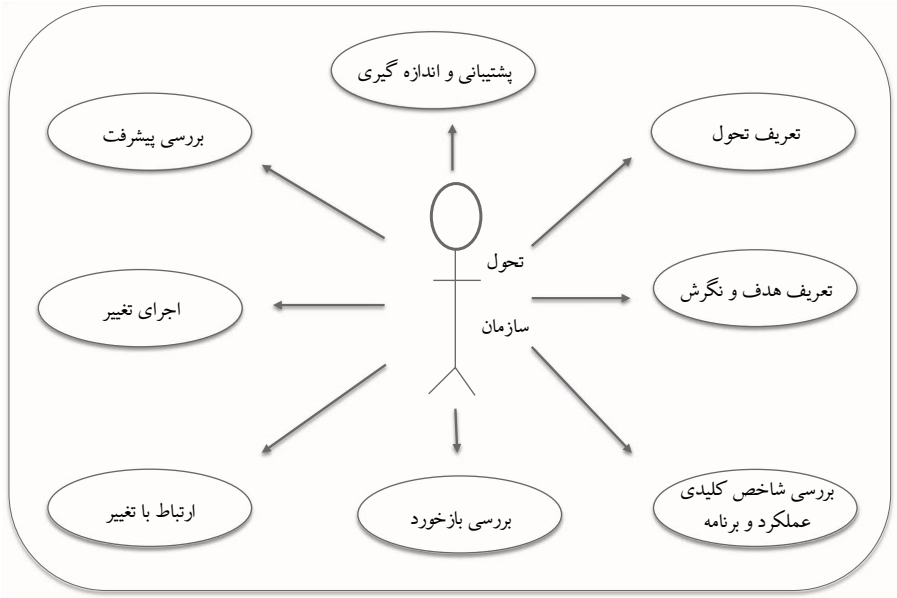
تغییر صنایع تولیدی در صورتی با موفقیت انجام می‌شود که اعضای شرکت تغییر یابند. از آنجایی که شرکت بیش از حد بر جنبه ملموس تحول اهمیت می‌دهد، اکثر اقدامات مبتکرانه دگرگون کننده شکست می‌خورند. تغییرات کسب‌وکار یک شرکت در نظارت بر شیوه اجرایی آن شرکت تاثیر می‌گذارد، با هنجارهای فرهنگی تداخل می‌کند، رویه‌های خدمات‌دهی را اصلاح کرده و روی فناوری‌های مدرن و جدید سرمایه‌گذاری می‌کند. نمونه‌هایی از تحولاتی که در یک کسب‌وکار در بخش‌های صنعتی اتفاق می‌افتد شامل: تحول سازمانی، تحول فناوری، تحول فرآیند کسب‌وکار و تحول صنعتی است.

۲-۱- تحول سازمانی

دگرگونی در سازمان، یک تغییر اساسی در سطح شرکت است که در عین تمرکز بر افزایش کارایی و مهارت آن، بر نحوه اداره شرکت نیز تاثیر می‌گذارد. تحول سازمانی اصطلاحی است که به طور کلی به فعالیت‌هایی مانند بازمهندسی، بازسازی و بررسی مجدد سیستم‌های سازمان اشاره دارد و در پاسخ به تقاضاهای دائم‌التغییر

و نیاز اجباری به بهبود کارایی و پایداری شرکت اتفاق می‌افتد و تدابیر اتخاذ شده توسط رهبران کسب‌وکار برای هدایت موفقیت آمیز تجارت به آینده و دست‌یابی به نتیجه مطلوب را نشان می‌دهد. با این وجود، اگر شرکت در گزارش‌های سه ماهه خود تاخیر داشته باشد، ممکن است با مشکل بسیار بزرگ‌تری مواجه شود. از آنجایی که هر کسب‌وکاری چرخه‌های توسعه را همراه با تغییر تجربه می‌کند، فرصت تجزیه‌وتحلیل عملکرد شرکت و تهیه یک برنامه هدفمند برای آینده آن فراهم می‌شود. آن‌چه مورد نیاز است یک روش جایگزین است که شرکت‌ها بتوانند به کمک آن تغییرات را در سراسر سازمان ادغام و هم‌چنین اجرا کنند. شرکت گوگل با توسعه سطوح بالاتر به تحول سازمانی دست یافت. بخش تحقیق و توسعه با پروژه‌های متنوعی سروکار داشت که در نهایت تمرکز بر نوآوری را برای هیئت مدیره دشوار می‌کرد. یک راه حل ماهرانه‌ای که ابداع شد این بود که مستقیما به چندین نهاد تجاری تقسیم شد که هر یک از آن‌ها تمرکز اندکی داشتند و به شرکت مادر جدید یعنی شرکت آلفابت پاسخ می‌دادند.

نگاه دقیق به هر دو مشکل، بینشی را در مورد نیاز یا عدم نیاز به تغییر سازمانی ارایه می‌دهد. تغییر معمولا توسط مدیران سطح ۳ که مسئولیت فرآیند سازمان را بر عهده دارند انجام می‌شود. برای موفقیت هر برنامه تغییر، این مهم است که سازمان بتواند به درستی واقعیت را شناسایی کند و آماده اتخاذ دستورالعمل مورد نیاز بدون از دست دادن تمرکز در هنگام اجرای طرح تحول سازمان باشد. تغییر یک سازمان مستلزم توانایی چابک بودن و پذیرای روندهای بازار و فناوری بودن در صورت نیاز است. این اصلاحات تنها زمانی دوام دارند که بتوانند کاربران نهایی را تحت تاثیر قرار دهند تا اقدامات خود را تغییر دهند و ناظران را تحت تاثیر قرار دهند تا با دغدغه‌های جدید تطابق یافته و ایرادات را اصلاح کنند. زمانی که سازمان تغییر را می‌پذیرد و زمانی که اصلاحات برنامه‌ریزی شده به خوبی با سیستم‌های کنترل کسب‌وکار موجود و هم‌چنین فرهنگ ادغام می‌شوند، سازمان به احتمال زیاد به خوبی متحول می‌شود. تغییرات تحول آفرین علاوه بر یادگیری، نیازمند پیشرفت قابل توجهی است. عوامل کسب‌وکار باید دقیقا چگونگی اعمال و اجرای روش‌ها و رویکردهای جدید را بیابند. صرف نظر از میزان تحول سازمانی، برای اینکه مدیران سطح ۳ بتوانند منابع لازم برای اجرای موثر اقدامات اصلاح را شناسایی کرده و تاثیر آن را به سازمان اثبات کنند، تجزیه‌وتحلیل تهدید و اثر سازمانی ضروری بوده و از اهمیت بسیاری برخوردار است.



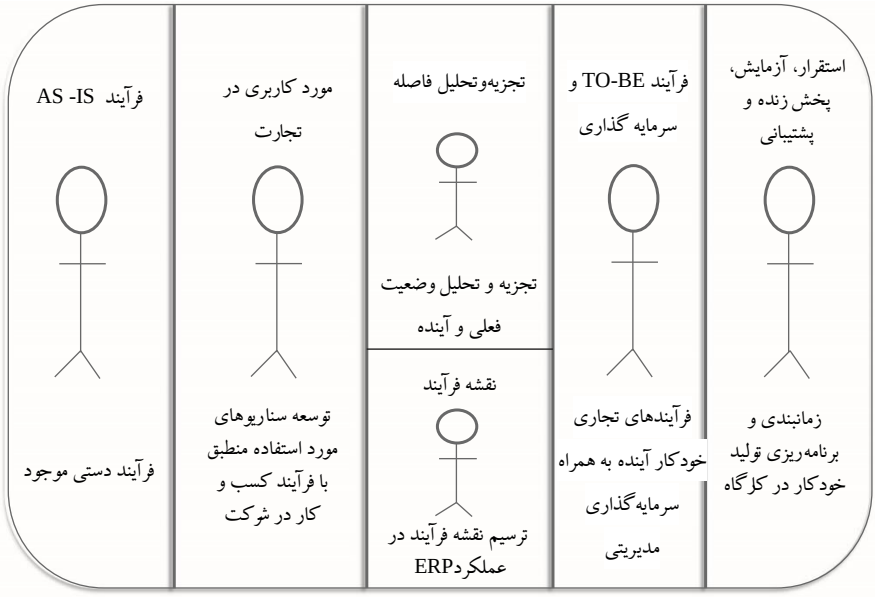
شکل ۲- تحول سازمان.

۲-۲- تحول فرآیند کسب‌وکار

دگرگونی فرآیند کسب‌وکار، به منظور بازنگری اساسی یک فرآیند در یک شرکت است. این امر بر تعیین صفر تا صد اهداف، اقدامات، اطلاعات، معیارها و نوآوری‌های اصلی مطابق با اهداف اصولی و هم‌چنین نیازهای تدبیری کسب‌وکار تمرکز می‌کند و یک پیشرفت قابل توجه و آگاهانه در ارزش مشتری ارایه می‌دهد. این امر مستلزم ارزیابی اقداماتی است که برای دست‌یابی به یک هدف خاص به منظور حذف عملیات فرآیند تکراری لازم است. بررسی و شناسایی یک فرآیند به صرفه‌جویی در زمان، سرعت بخشیدن به بازگشت سرمایه و بازگشت ارزش و صرفه‌جویی در منابع کمک می‌کند. شناسایی بهترین جایگزین‌ها برای انتخاب بهترین فناوری و برنامه کاربردی جهت تقویت الزامات تحول فرآیند کسب‌وکار و اهداف اصولی ضروری است. در درجه اول، دگرگونی فرآیند کسب‌وکار بر اساس نیازهای بازار انجام می‌شود و مستلزم خودکارسازی هر چه بیشتر دستورالعمل‌ها است.

«شرکت زیمنس ویژن ۲۰۲۰[1] که یک تحول عظیم سازمانی ایجاد کرده و تجدید ساختار انجام داد و هم‌چنین تبدیل تولید انرژی و تجاری به دیجیتالی شدن را محاسبه کرد».

«شرکت فیلیپس مرکز چراغ‌های خود را از بخش رشد مراقبت‌های پزشکی جدا کرده و خود را به یک شرکت فناوری مدرن در حوزه مراقبت‌های بهداشتی تبدیل کرد».



شکل ۳- تحول فرآیند کسب و کار، پیاده‌سازی ERP.

دگرگونی فرآیند کسب‌وکار، توسعه آگاهانه و سازمان‌یافته سفر تحول به شمار می‌آید و بازده قابل‌توجهی از سرمایه‌گذاری به‌دست می‌آورد که در نتایج کارایی یک سازمان، منجر به پیشرفت می‌شود. هدف یا ماهیت تغییر یک کسب‌وکار هر چه که باشد، مقصد آن همیشه تقویت ارتباط در بازار رقابتی به منظور تضمین بقای آن است؛ بنابراین، دگرگونی فرآیند کسب‌وکار یک هدف سودمند و یک اصل حیاتی برای هرگونه تغییر مهم و آگاهانه در یک سازمان است. مسلما این یک اقدام حیاتی در هر نوع اصلاح خدمات است. در

[1] Siemens Vision 2020

طول بیماری همه‌گیر کووید-۱۹، چندین جریان تحول‌آفرین به سرعت شروع به رونق گرفتن کرد. بسیاری از شرکت‌ها در بخش‌های مختلف صنعتی تحت استرس شدیدی بودند تا به سرعت طرح‌های خدمات خود را با شرایط تغییر کرده بازار تطبیق داده و موفق بمانند. بزرگ‌ترین خطر در هر تغییر موثر فرآیند کسب‌وکار، همسو کردن آن با روش داده‌های نه چندان مطلوب است؛ مانند تحول سازمان، تحول فرآیند کسب‌وکار نیز نیازمند برنامه‌ریزی محتاطانه، اهداف روشن و مدیریت مطمئن است.

۳-۲- تحول فناوری

تحول فناوری بخشی حیاتی از شیوه‌های تجارت رقابتی امروز در این دنیای بهم پیوسته و هوشمند است. بیشتر سیستم‌های کاربردی صنعتی مورد استفاده در سازمان، توسط پیشرفت‌های فناورانه و جدید، به وسیله شرکت‌های نوآور و با پاسخ به انتظارات مشتریان جذب می‌شوند. این شرکت‌ها به طور مداوم در حال توسعه ماهیت فناوری اطلاعات داخلی خود هستند تا خطرات را به حداقل رسانده و به طور همزمان تداوم کسب‌وکار را تقویت کنند. انقلاب صنعتی چهارم در حال حاضر صحنه اقتصاد صنعتی را به شیوه‌ای مشابه با تاثیر رسانه‌های گروهی و ارتباطات بر صنعت در دهه گذشته، گسترش می‌دهد.

نوآوری در هر بخش از صنعت، در عین تضمین افزایش تجارب مصرف‌کننده و افزایش بهره‌وری فرآیند قدیمی، از ایجاد تمام الگوهای کسب‌وکار جدید و دیجیتالی نیز پشتیبانی می‌کند. انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات، در حال دگرگونی بخش‌های معمول، تغییرات بعدی و اصلاحات بزرگ در اکوسیستم‌های جا افتاده است. نوآوری‌های پیشرفته در تجارت مدرن عاملی حیاتی محسوب می‌شوند و منطقی است که ادعا کنیم هر صنف تولیدی بزرگ باید به سمت این تحول حرکت کند تا به رشد برسد. فناوری‌ها باعث تغییر نحوه عملکرد افراد شدند، اما اساسا نحوه اداره کسب‌وکارها را تغییر ندادند. بدیهی است که نوآوری فناورانه خود می‌تواند محرکی برای تغییرات عظیم سازمانی باشد، مانند نحوه تعامل کارکنان با یکدیگر و نحوه تعامل کسب‌وکار با مشتریان، همراهان و هم‌چنین سایر ذینفعان. بیماری همه‌گیر کووید ۱۹، تقاضا برای ایجاد تحولات فناورانه را در سراسر مشاغل در همه ابعاد افزایش داده است. شرکت‌ها از مشاغل دورکار استقبال می‌کنند و به سرعت رویه‌های روزانه خود را مطابق با شرایط جدید شخصی‌سازی می‌کنند.

۴-۲- تحول صنعتی

اصناف صنعتی با جستجوی روش‌های جدید برای افزایش دارایی‌ها علاوه بر عملکرد اجرایی، امنیت و اطمینان، کیفیت بالا و مزیت رقابتی، پیوسته در حال رشد و تحول هستند. یکی از تحولات اصلی، تبادل اطلاعات بین مراحل مختلف خدمات مشتری است. رهبران صنعت اغلب گروه‌های داخلی خود را به چالش می‌کشند تا با استفاده از نوآوری‌های دیجیتال، بهبود فرآیندهای زنجیره ارزش و از طریق محیط کار مشارکتی، موثرترین و نوآورانه‌ترین راه‌ها را برای تغییر کسب‌وکار خود یافته و خدمات بهتری را به بازارها ارایه دهند. یک تحول صنعتی موثر نه تنها مستلزم نوآوری، بلکه مستلزم تغییر در دیدگاه افرادی است که در نهایت فرآیندهای جدید را اعمال کرده و هم‌چنین از آن‌ها استفاده می‌کنند.

۳- تحول در تولید صنعتی

فناوری در همه جا حاضر و شایع است و هم‌چنان بخش‌های متعددی به ویژه بازار تولید را متحول می‌کند. برای اینکه صنایع بتوانند در رقابت باقی بمانند، شرکت‌های تجاری باید به طور مداوم توسعه فنی را به روز کنند، این بدان معناست که خدمات تولیدی باید از بهترین و هم‌چنین جدیدترین نوآوری‌ها آگاه باشند. در فرآیند انتخاب مواد اولیه و استفاده از آن در فرآیند تولید، از روش‌های نوآورانه استفاده می‌شود؛ این امر فرآیند کار را کم‌زحمت و ایمن‌تر کرده و در نتیجه عملکرد را افزایش داده است. استفاده همه روزه از رایانه‌ها و ابزارهای هوشمند، در واقع باعث افزایش عملکرد شرکت‌ها شده است، دفاتر و تاسیسات تولیدی با استفاده از ابزارهای هوشمند مدیریت می‌شوند و مسیر تحول بخش صنعتی رو به پیشرفت است. تقاضا برای محصولات هوشمند در حال افزایش بوده و رویکردهای جدید و مبتکرانه تولید را می‌طلبد و تولیدکنندگان متعددی در واقع به سوی مرحله بعدی تحول صنعتی گام برداشته‌اند. شناخت ماهیت تغییر در بخش تولید مطمئنا به تشخیص روش صحیح کمک می‌کند.

در پایان قرن هجدهم، صنایع تولیدی از رویکرد صنایع دستی دور شده و به سمت کار به کمک ماشین رفتند و استفاده از نیروی الکتریکی در تاسیسات تولیدی، منجر به یک تولید انبوه واقعی شد که انتخاب بسیار مناسبی بود. احتمالا یکی از تاثیرگذارترین تغییرات تاکنون، گذار به اتوماسیون بوده است. عرضه کامپیوترها در تولید بیشتر و بیشتر مورد توجه قرار گرفت و سیستم‌های دیجیتالی برای نظارت بر کل خط مونتاژ توسعه یافتند. در حال حاضر، مشتریان همه چیز را سریع‌تر، بهتر، شخصی‌سازی شده و منحصر به فرد می‌خواهند.

در نتیجه، تولیدکنندگان نه تنها باید روشی برای ادامه تقاضا برای محصولات بیابند، بلکه باید کارگران ماهری را نیز برای تولید این محصولات استخدام کنند.

پیشرفت فناوری و در نتیجه رشد صنعت باعث بهبود وضعیت کسب‌وکار و جلب اعتماد مشتریان شده است. تحقیق و توسعه علمی در کنار شبیه‌سازی رایانه‌ای، در پیشرفت محصول و هم‌چنین جایگاه‌های دیگر تاثیر بسزایی داشته است. هر پیشرفت جدید، تغییری در فرآیند تولید به همراه داشته است که در واقع نحوه عملکرد صنایع را در موقعیت‌های مختلف تغییر داده است. به طور کلی، افزایش تحولات صنعتی نشان می‌دهد که چگونه نوآوری‌های فناورانه رشد صنعت تولید را بهبود می‌بخشند. کاربرد ربات‌های صنعتی در کنار هوش مصنوعی رو به افزایش است و آن‌ها در انجام کارهای پیچیده بسیار کارکشته‌تر و ماهرتر هستند. حتی تفاوت هزینه‌ها با انسان‌ها، به نفع رباتیک در حال کاهش است.

تبدیل از آنالوگ و مکانیکی بودن، همراه با نوآوری دیجیتال، مسیر فناوری نوآورانه دیجیتال را توصیف می‌کند. با پرشدن شکاف بین طراحی و تولید توسط ارایه خدمات و استفاده از داده‌های بزرگ، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و یادگیری ماشین، انقلاب صنعتی چهارم اتفاق می‌افتد. درک اهمیت داده‌های تولید شده در شرکت تولیدی، فرصت‌هایی را برای تکامل مدل‌های کسب‌وکار جدید ایجاد می‌کند که آن را از محصول محوری به خدمات مشتری محور تبدیل می‌کند.

۴- تحول صنعتی در آینده

بسیاری از نوآوری‌هایی که در حال حاضر در عمل هستند، ظاهر بهبود یافته از ایده‌های بنیادی هستند که تاکنون در طی تحولات رخ داده است. پنجمین تحول صنعتی که با نام صنعت پنجم نیز شناخته می‌شود، در حال تبدیل شدن به بخشی از چشم انداز خودکارسازی صنعتی است. صنعت پنجم خلاقیت و مهارت انسانی را با نرخ، اثربخشی و هم‌چنین ثبات ربات‌ها ترکیب می‌کند. علاوه بر این، انسان‌ها را با تحریک ذهن خلاق آن‌ها تکمیل می‌کند. صنعت پنجم حتی وظایف ارزشی بالاتری نسبت به صنعت چهارم ایجاد می‌کند، چرا که انسان‌ها طراحی یک محصول را از طریق تولیدی که خلاقیت می‌طلبد، بازیابی می‌کنند.

راهنمایان ربات، کنترل جمعی با کارگردانی هوش مصنوعی و هم‌چنین واقعیت مجازی سه بعدی، از جمله فناوری‌هایی هستند که توسط اینترنت اشیاء میسر هستند و قرار است طرفداران را در المپیک ۲۰۲۰ توکیو خوشحال کنند. ربات‌ها (ربات پشتیبانی میدانی، ربات ارتباطی مکان از راه دور، ربات پشتیبانی مردمی و

ربات پشتیبانی تحویل) که توسط شرکت تویوتا موتور[1] ساخته شده‌اند، به تماشاگران در یک سری کارها از حمل غذا و هم‌چنین اقلام مختلف دیگر گرفته تا هدایت افراد به صندلی‌هایشان و هم‌چنین ارایه اطلاعات در مناسبت‌ها کمک می‌کنند. علم رباتیک علاوه بر کمک به بازدیدکنندگان در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، در زندگی واقعی نیز به مردم کمک می‌کند.

برای برقراری توازن در جایی که تعامل انسان با ماشین می‌تواند مزایای بسیار زیادی داشته باشد که فرآیندهای پیچیده روزافزون مطمئنا به فضایی نیاز دارند که قادر به مدیریت مقدار قابل توجهی از اطلاعات تولید شده باشد و هم‌چنین محیطی را برای اپراتورهای انسانی فراهم کند که با توسعه نسخه دیجیتال بتوانند از آن برای ارتباط با ماشین‌های کارگاه استفاده کنند. صنعت پنجم خلاقیت انسانی و دقت رباتیک را ترکیب می‌کند تا گزینه منحصر به فردی را ایجاد کند که به زودی در سال‌های آینده تقاضا برای آن زیاد خواهد بود. هم انقلاب صنعتی چهارم و هم انقلاب صنعتی پنجم مسیری را هموار کرده‌اند که صنایع می‌توانند برای بقاء آن دنبال کنند.

۵- خلاصه

تحول فناوری محور برای عملکرد موفقیت‌آمیز، نیازمند فرهنگ سازمانی و مدیران اجرایی مناسب است. فناوری مدرن به تنهایی برای ایجاد این تحولات کافی نیست. رهبران کسب‌وکار نیز باید با کارگران خود مشارکت داشته باشند تا بتوانند درک و سازگاری را ترویج دهند. صنایع تولیدی که مسئول پرورش فرهنگ مناسب برای ترکیب این فناوری‌های جدید هستند، صنایعی خواهند بود که دارای مزیت رقابتی، بهبود الگوهای کسب‌وکار فعلی، توسعه فرصت‌های جدید، حفظ مهارت‌های مطمئن در طول این مدت و به‌کارگیری همزمان مهارت‌های جدید هستند. سرمایه‌گذاری‌های هدفمند هم‌چنان برای توسعه مداوم هر سازمان تولیدی، مساله‌ای حیاتی به شمار می‌آید. حتی اگر بتوان روش‌های مختلف تجمعی را در عملیات‌های مختلف پیچیده کرد، این فرآیند می‌تواند به تولیدکنندگان در بازدهی بالا در یک محیط رقابتی و رو به رشد کمک کند. در واقع این آینده‌ای است که تولید را ارزشمند می‌کند. یکی از عوامل اصلی در بهبود عملکرد کسب‌وکار، داشتن کارآمدترین فرآیندها و موثرترین افراد، تمرکز بر بازده مشتری و استفاده

[1] Toyota Motor

از فناوری‌های پیشرفته برای شناسایی زمینه‌هایی برای بهبود به منظور افزایش اثربخشی فرآیند مهندسی از طریق اثربخشی تولید در سطوح مختلف شرکت‌ها است.

منابع

[1] Alphabet Inc. 2017. *Reorganizing Google* (Case Code: HROB185). Hyderabad: IBS Center for Management Research (ICMR).

[2] Anthony, S. D., Trotter, A., Bell, R., & Schwartz, E. I. (2019). The transformation 20. *Strategic change rankings for, 2019.* http://www.innosight.com/wp-content/uploads/2019/09/Innosight-Transformation-20-Final.pdf

[3] Becker, J., Kugeler, M., & Rosemann, M. (2003). *Process management: a guide for the design of business processes: with 83 figures and 34 tables*. Springer Science & Business Media.

[4] Bradford, M., & Gerard, G. J. (2015). Using process mapping to reveal process redesign opportunities during ERP planning. *Journal of emerging technologies in accounting*, *12*(1), 169-188.

[5] Engel, A., Browning, T. R., & Reich, Y. (2017). Designing products for adaptability: insights from four industrial cases. *Decision sciences*, *48*(5), 875-917.

[6] Forbes. 2019. https://www.forbes.com/sites/stevemccaskill/2019/07/29/tokyo-2020-to-use-robots-for-a-more-efficient-and-accessible-olympics/

[7] Guputa, V., & Indu, P. (2006). The transformation of apple's business model. *IBS Center for Management Research, ECCH case*, (223-306), 1. https://www.thecasecentre.org/products/view?id=68250

[8] Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution. New York: Harper Business*

[9] Harrington, H. J., Conner, D., & Horney, N. L. (2000). Project change management: Applying change management to improvement projects. McGraw-Hill. https://www.amazon.com/Project-Change-Management-James-Harrington/dp/0070271046

[10] Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT sloan management review*. https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/

[11] Madison, D. (2005). *Process mapping, process improvement, and process management: a practical guide for enhancing work and information flow*. Paton Professional.

[12] Manganelli, R. L., & Klein, M. M. (1995). The reengineering handbook: a step-by-step guide to business transformation. *Journal for healthcare quality*, *17*(2), 37.

[13] Olympics. (2019). *New robots unveiled for Tokyo 2020 games*. https://olympics.com/ioc/news/new-robots-unveiled-for-tokyo-2020-games

فصل دوم

تحول مهندسی و تولید

هدف سازمان‌های تولیدی ادغام مجموعه‌ای از عملکردهای متنوع مانند کنترل کیفیت، مدیریت عرضه و غیره برای همکاری به شیوه‌ای کارآمد است. ناگفته نماند که تمرکز اولیه در شرکت‌های تجاری، بر خودکارسازی انواع فعالیت‌های توسعه محصول مانند طراحی‌های عملکردی، مدیریت رویه‌ها، شبیه‌سازی سیستم و تحلیل عملکرد مکرر در هر مرحله از ساخت یک قطعه است. فرآیند به جریان انداختن خودکارسازی مبتنی بر فناوری اطلاعات در فرآیند طراحی و تولید، نیازمند خودکارسازی فرآیند در مهندسی از طریق تولید است. با کاهش زمان برای انجام هر فعالیت، شرکت‌ها می‌توانند پس انداز مالی قابل توجهی را در شرکت به‌دست آورند. ایده پشت فرآیند خودکارسازی ایده جدیدی نیست. مفهوم استفاده از خودکارسازی در واقع سال‌ها در مقام عمل بوده است؛ با این حال، در صد سال اخیر برای صنایع خاصی محبوب‌تر و ضروری‌تر شده است. خودکارسازی در طی انقلاب صنعتی اول، دوم و سوم عمدتا در زمینه‌های صنعتی اجرا شده بود. در انقلاب صنعتی چهارم، خودکارسازی صنعتی با فناوری اطلاعات و ارتباطات ادغام می‌شود. با خودکارسازی صنعتی، هدف به وضوح افزایش اثربخشی تولید محصولات سفارشی شده بود. خودکارسازی چند فرآیند حیاتی می‌تواند کارایی فرآیندهای خاص را افزایش دهد که یکی از متقاعدکننده‌ترین عوامل سازمان‌ها برای تغییر فرآیند است.

از تولیدکنندگان قطعات پزشکی گرفته تا تولیدکنندگان قطعات صنعتی و از خودروسازان گرفته تا حوزه‌های هوافضا و دفاعی، یافتن روش‌های نوآورانه برای کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در زمان جهت بازاریابی و در عین حال عرضه مداوم محصولات با کیفیت بالا، یک عنصر ضروری برای همه بخش‌های صنعتی خواهد بود. شرکت‌های تجاری دائما در حال پرورش تفکر مبتکرانه و خارج از چارچوب و هم‌چنین اصلاح فرآیند کسب‌وکار و استفاده از روش‌های جدید برای تغییر رویکرد رایج در طراحی هستند. تولید یکپارچه رایانه‌ای (CIM) همراه با نوآوری مهندسی به کمک رایانه‌ای (CAE)، از عملیات‌های مشارکتی مورد نیاز برای ایجاد تاثیر قابل توجه بر چرخه عمر طراحی محصول پشتیبانی می‌کند و علاوه بر کاهش هزینه، عملکرد اجرایی را افزایش می‌دهد. مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) مدیریت مجموعه‌ای از فایل‌های مهندسی پویا که تاریخچه تغییرات طراحی را حفظ می‌کند، پشتیبانی می‌کند و تضمین می‌کند که تیم‌های توسعه محصول جدید/معرفی محصول جدید (NPD/NPI) همیشه با جدیدترین داده‌های به‌روز شده محصول کار می‌کنند. هم‌چنین اثربخشی طراحی را با ارایه یک منبع انفرادی از اطلاعات درست و قابل دسترسی در بهترین زمینه حفظ می‌کند. همان‌طور که پیشرفت رایانه در طراحی و توسعه محصول به طور تصاعدی افزایش می‌یابد،

فناوری واحد حسگر پیشرفته، سیستم‌های کنترلی ربات‌ها و هوش مصنوعی (AI) با پیشرفت‌های مختلف فناوری، مسیری را به سوی آینده هموار می‌کنند که در آن به نظر می‌رسد تاثیر تولید هوشمند در بسیاری از بخش‌های صنعتی برای یک تغییر قابل توجه مستقر شده است.

۱- خودکارسازی فرآیند

صنایع با مشکلات متعددی مواجه می‌شوند، چرا که جهانی شدن به کاهش حاشیه سود ادامه می‌دهد، اما در عین حال، آن‌ها ملزم به تولید محصولات و خدمات با کیفیت‌تر هستند. خودکار کردن کارهای روزمره تضمین می‌کند که سازوکارها به سرعت و بدون شک تا تاریخ مورد نظر انجام شوند. عمل خودکارسازی عمدتا تمام وظایف پرزحمت را بر عهده می‌گیرد و این امکان را برای یک سازمان فراهم می‌کند که به طور قابل توجه و با اشتباهات کم، سرعت عملیات را افزایش دهد. با افزایش اثربخشی، ظرفیت افزایش می‌یابد و توسعه عملیات را با رشد رایانه‌ای آسان‌تر می‌کند. خودکارسازی فرآیند به اعضای تیم توسعه محصول جدید (NPD) اجازه می‌دهد تا کارهای نوآورانه‌تری را انجام دهند که پاداش و رضایت بیشتری دارند؛ این به موفقیت سازمان نیز کمک می‌کند. داشتن یک استراتژی تجاری که روش‌های بیشتری را برای ساده‌سازی فرآیندهای پیچیده ترکیب می‌کند، ضروری است. از قابلیت گردش کار خودکار در فرآیند توسعه محصول، می‌توان برای تقویت، استانداردسازی و کوتاه کردن چرخه توسعه استفاده کرد. خودکارسازی فرآیند یک عملکرد ضروری در تحول دیجیتالی به شمار می‌آید.

معرفی محصول جدید به بازار یکی از راهکارهای اصلی برای هر نوع صنعت تولیدی است. از آنجایی که مشتریان به دنبال تنوع بیشتر از محصولات هستند، بنابراین به طور سالانه محصولات جدیدی در بازار معرفی می‌شوند. رقابت بالا، شرکت‌های تجاری را مجبور می‌کند تا هزینه توسعه محصول جدید را کاهش دهند و برای تولید پیشنهادات جدید در بازار، از لحاظ کمی قانع کننده باشند. توسعه خودکارسازی فرآیند، مستلزم درک و به‌کارگیری فرآیند، افراد و داده‌ها به همراه برنامه‌های کاربردی نرم افزاری در سراسر سازمان برای خودکارسازی وظایف فرآیند محور است. شرکت‌هایی که قادر به تولید محصولات جدید نیستند، می‌توانند عواقب آن را تجربه کنند. یک فرآیند خودکار یکپارچه می‌تواند خلاها را پر کند و علاوه بر این، محدودیت‌ها را برای مشارکت با گروه‌های مختلف و هم‌چنین بخش‌هایی از کسب‌وکار از بین برده و به مشارکت تیم چند تخصصی کمک کند.

خودکارسازی فرآیند برای حوزه‌های مختلف صنعتی مناسب است، اگرچه هر بخش دارای سیاست‌های تجاری مجزایی است که نحوه اجرای وظایف را کنترل می‌کند. پیاده‌سازی خودکارسازی فرآیند ممکن است برای صنایع مختلف متفاوت باشد، به عنوان مثال، مدیریت اطلاعات محصول شامل مدیریت چرخه عمر محصول، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، مدیریت زنجیره تامین و مدیریت ارتباط با مشتری است. در ذهن تولیدکنندگان کوچک تا متوسط هم‌چنان این دوراهی وجود دارد که آیا خودکارسازی فرآیند ضروری‌ترین چیزی است که یک شرکت در حال حاضر به آن نیاز دارد یا خیر. سرمایه‌گذاری مالی در خودکارسازی باید به حوزه وسیع‌تری در فرآیند طراحی و تولید محصول تعلق داشته باشد. به عبارتی ساده‌تر، این امر باید با برنامه‌ریزی راهبردی سازمانی مطابقت داشته باشد. شروع خودکارسازی به صورت جزئی و محدود برای برخی از شرکت‌ها، به ویژه تولید کنندگان شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) یک هدف بسیار معقول‌تر است. آن‌ها در حالی که در نظر دارند چگونه گام‌های صحیح را برای پذیرش یک فناوری جدید همراه با فرآیندهای تجاری بردارند، در یک تنگنا قرار می‌گیرند.

۱-۱- خودکارسازی فرآیندهای مهندسی

خودکارسازی در طراحی و توسعه محصول یک فرصت برای حمایت از طراحان محصول در کارهای روزمره است. فرآیندهای طراحی پیچیده بوده و از تیم‌های چند وظیفه‌ای تشکیل می‌شوند که شامل فروش، تبلیغات و بازاریابی، طراحی، ساخت و کنترل کیفیت می‌شود. درک نیازهای مشتری و خواسته‌های بازار به توسعه‌دهندگان و طراحان محصول هدایت می‌شود. تولیدکنندگان قصد دارند مجموعه متنوعی از ویژگی‌های مختلف را برای تعامل به شکل سازمان‌یافته به ارمغان بیاورند. خودکارسازی فرآیند در طراحی به راحتی این عمل را برای تولیدکنندگان شرکت‌های کوچک و متوسط انجام داده و هم‌چنین واکنش سریع‌تری نسبت به نیازهای بازار نشان می‌دهد. طراحی محصول و آرایش فرآیند سال‌هاست که در بخش‌های مختلف صنعتی کاربرد دارد. حتی یک ابتکار کوچک در خودکارسازی می‌تواند کارایی بسیاری از رویه‌ها را افزایش دهد و یکی از قانع‌کننده‌ترین عوامل برای یک شرکت جهت اتخاذ خودکارسازی فرآیند است. اتوماسیون فرآیند مهندسی به تولیدکنندگان محصول در همه سطوح این امکان را می‌دهد تا سریعا طرح‌ها را تغییر دهند، به طور موثر طراحی و تولید کنند و به طور کارآمد به خواسته‌های مصرف کننده پاسخ داده و درآمدی پررونق، رقابتی و متعادل ایجاد کنند.

تولیدکنندگان از یک سری برنامه‌های مهندسی برای سیستم‌های خودکارسازی فرآیند مانند فناوری‌های رایانه‌ای (CAx) استفاده می‌کنند که شامل تولید یکپارچه رایانه‌ای (CIM) متشکل از طراحی رایانه‌ای (CAD)، ساخت رایانه‌ای (CAM) و مهندسی رایانه‌ای (CAE) است که توانایی خودکارسازی فرآیند را دارند. پایگاه داده یک محصول تلفیق شده، به یک شرکت امکان تمرکز بر مدیریت داده خود، همراه با مدیریت چرخه عمر را می‌دهد. شیوه‌های پیکربندی محصول را می‌توان با ویژگی‌های مدیریت داده محصول منطبق کرد. ابزارهای فناوری‌های رایانه‌ای به همراه مدیریت داده‌های محصول و مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) تغییرات مهندسی را ممکن می‌سازند، به مدیریت پیکربندی محصول کمک می‌کنند تا بهتر شکل بگیرند و هم‌چنین برای تعریف تغییراتی که باید در توسعه محصول جدید و فرآیند معرفی محصول جدید اجرا شوند، ارزیابی می‌شوند.

۲-۱- خودکارسازی فرآیند تولید

تولید کنندگان همیشه به دنبال راه‌هایی برای کاهش هزینه عملیات تولید و هم‌چنین سرعت بخشیدن به آن، بدون به خطر انداختن کیفیت محصول نهایی هستند. این هدف، تولیدکنندگان تمام بخش‌های صنعتی در همه حوزه‌ها را برانگیخت تا روند کار تجارت را به‌همراه یکپارچه‌سازی سایر سیستم‌های سازمانی خودکار کنند. خودکارسازی فرآیندهای تولید تقریبا برای تمام تولیدکنندگان در سراسر جهان، یکی از فاکتورهای حیاتی محسوب می‌شود و اطلاعات کلی مورد نیاز برای رسیدگی کردن به عملکرد کارگاه را فراهم می‌کند. محصولات را می‌توان از ایده‌پردازی گرفته تا تولید و مشتری آن ردیابی کرد.

شرکت‌های تجاری با راه اندازی خودکارسازی تولید در تمامی عملیات و تعاملات منتهی به تولید، به بهره‌وری بهتری دست می‌یابند. خودکارسازی فرآیند تولید اولویت اولیه اکثر تولیدکنندگان است و به انجام عملیات و فرآیندهایی مانند پردازش، راه اندازی تولید، بررسی، مدیریت موجودی و آماده‌سازی تولید کمک می‌کند. سازندگان علاوه بر این، نظارت پویا در بلادرنگ، مدیریت کیفیت، برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) را با استفاده از سیستم اجرایی تولید (MES) ادغام می‌کنند تا دقت، دامنه و زمان سریع‌تری برای بازاریابی به‌دست آورند. اصلی‌ترین نقش کاهش زمان تولید، کاهش اتلاف و در نهایت افزایش بهره وری از نظر کیفی و کمی است.

برخی از ابزارهای خودکارسازی فرآیند تولید که برای تولید کنندگان موجود است به شرح زیر می‌باشد:

۱. سیستم کنترل توزیع‌شده

۲. کنترل کننده قابل برنامه‌ریزی منطقی
۳. کنترل نظارتی و اکتساب داده‌ها
٤. رابط انسان و ماشین
٥. شبکه‌های عصبی مصنوعی

این ابزارها برای ادغام جریان ورودی حاصل از واحدهای حسگر و رویدادها و با انتقال نتایج به محرک‌ها، ابزار دقیق، کنترل حرکت و ربات‌ها استفاده می‌شوند.

۳-۱- خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار

تغییرات مستمر در نیازهای مشتریان مطابق با آخرین روندهای بازار در صنعت، تصمیم‌گیری سریع و ارایه خدمات با کیفیت به مشتریان همراه با اداره کارآمدتر سازمان، با کمک خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار (BPA) به‌دست می‌آید. اصول اصلی در عمل خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار، هماهنگ‌سازی، یکپارچه‌سازی و اجرای خودکار است. با وجود فرآیندهای خودکار در جای درست و مناسب، شرکت‌ها می‌توانند در زمان صرفه‌جویی کرده و مطمئن شوند که بهترین روش‌ها جهت بهبود اثربخشی عملکرد کلی اعمال می‌شوند. در عصر تولید اینترنتی، خودکارسازی فرآیند تبدیل به پرطرفدارترین نوآوری شده است و بهترین خدمات را به مشتریان داخلی و خارجی ارایه می‌دهد. عمل خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار، با ترکیب سیستم‌های سازمانی مانند مدیریت چرخه عمر محصول، برنامه‌ریزی منابع سازمانی و سیستم اجرایی تولید، به یک قاعده در استانداردسازی فرآیند برای کیفیت فرآیند و بهبود پایدار تبدیل شده است. ظهور فناوری صنعت چهارم، یعنی اینترنت اشیا صنعتی (IIoT)، ماشین‌ها را به محیط دیجیتال متصل کرده و انتقال اطلاعات را از طریق شبکه‌ای بدون ارتباط انسانی امکان پذیر کرد.

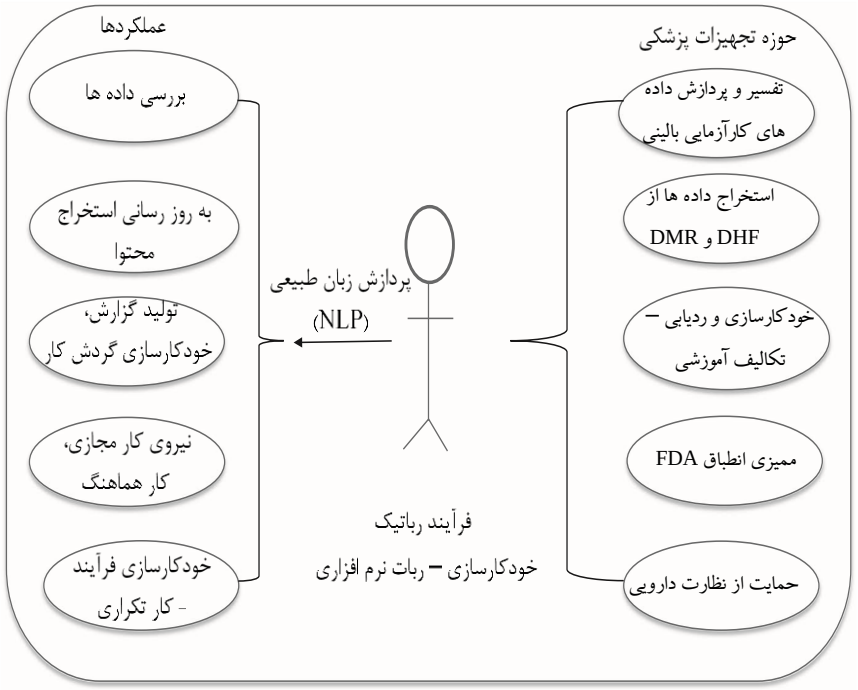
خودکارسازی و مدیریت فرآیند، اساس مدیریت چرخه عمر محصول است. این عمل فرآیندهای تجاری تولید تکرارپذیر مانند درخواست اصلاح طراحی محصول، مجوزها، دستورات تغییر مهندسی و ساخت را به همراه روندهای کاری مکانیزه، خودکار کرده و هم‌چنین آن‌ها را سرعت می‌بخشد. نظارت بر فرآیند اموری که هم توسط تیم توسعه محصول جدید (NPD) و هم سیستم سازمانی انجام می‌شود، یک رویکرد روشمند به ارمغان می‌آورد. اکثر فرآیندهای تایید یا بررسی مکرر دارای یک استدلال واضح در مدل بلوغ محصول را می‌توان با مدیریت فرآیند مبتنی بر مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) بهبود بخشید. مدیریت چرخه عمر محصول را می‌توان علاوه بر تایید با کمک خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار، با بهره‌گیری کامل از وسعت

فرآیند رشد محصول مورد استفاده قرار داد. این امر روند توسعه محصول جدید را با افزایش ظرفیت آن‌ها بهبود می‌بخشد تا از جزئیات محصول استفاده کرده و موثرترین تصمیم‌های نهایی را در مورد نوع مولفه و نحوه ساخت آن بگیرد.

یکی از حیاتی‌ترین بخش‌های خودکارسازی فرآیند سازمان، خلاص شدن از شر محدودیت‌ها در شرکت تولیدی است. اتخاذ خودکارسازی فرآیند به ما امکان دسترسی و هم‌چنین تفسیر اطلاعات خدمات، از رویه‌های خط تولید گرفته تا تجارت را در کسب‌وکار و هم‌چنین در سراسر زنجیره تامین می‌دهد. با این حال، گاهی اوقات، عملیات فنی و قطعی سیستم‌ها می‌تواند مانع از دست‌یابی اطلاعات صحیح، به منطقه درست و در زمان معین شود. شرکت‌های تولیدی بهترین استفاده را از سرمایه‌گذاری‌های مالی در فناوری مدرن موجود می‌کنند و هم‌چنین در مقایسه با فرآیندهای فیزیکی، به درجات بالاتری از تعامل پذیری دست می‌یابند. دسترسی به داده‌ها آسان‌تر است و جزئیات جستجو را می‌توان به موقع ثبت کرد، زیرا اطلاعات به صورت الکترونیکی گرفته شده و در ابر ذخیره می‌شوند. علاوه بر این، خودکارسازی فرآیند کسب‌وکار یک ویژگی مهم و تاثیرگذار در رویه‌های انطباق است و نظم، سادگی و اثربخشی را مستقیما در فرآیند اعمال می‌کند.

۴-۱- خودکارسازی فرآیند رباتیک

حوزه تولید صنعتی، عمدتا شاهد عمل خودکارسازی مجهز به ربات‌های فیزیکی بوده است که در کنار هم بسته‌بندی محصولات را بررسی کرده و به ساده‌سازی خط مونتاژ کمک می‌کنند. در مقابل، خودکارسازی فرآیند رباتیک (RPA) نوعی ربات نرم‌افزاری است که از فعالیت انسان در انجام یک وظیفه در یک فرآیند تقلید می‌کند. این ربات می‌تواند کارهای تکراری را سریع‌تر، دقیق‌تر و پیوسته‌تر از انسان انجام دهد. RPA به شرکت‌های تولیدی این امکان را می‌دهد تا به جای کارهای تکراری روزمره پیش پا افتاده اما ضروری، بر فناوری محصول و نقاط قوت اصلی تمرکز کنند. عمل خودکارسازی فرآیند رباتیک را می‌توان به عنوان یک ستون فقرات الکترونیکی درنظر گرفت که همه برنامه‌ها را به هم متصل می‌کند. شرکت‌های تولیدی، عمل دیجیتالی‌سازی را در فرآیندهای خود گنجانده‌اند تا بتوانند رشد، کیفیت و هم‌چنین عملکرد را افزایش دهند. تولیدکنندگان می‌توانند با RPA، رویه‌های تولید و هم‌چنین عملکردهای خدمات خود را با بهره وری بالا و کاهش نیروی کار به روز کنند.



شکل ۱- نقش RPA در حوزه‌های تجهیزات پزشکی.

فناوری RPA می‌تواند به طور قابل توجهی در خودکارسازی فرآیند زنجیره تامین، طراحی محصول، پیشرفت و کمک مورد استفاده قرار گیرد و در دراز مدت ارزش کاربردی بیشتری را ارایه دهد. RPA یا خودکارسازی فرآیند رباتیک در تولید به یک عامل حیاتی برای خودکارسازی دستورالعمل تبدیل شده است. اقدام اولیه در خدمات تولیدی دارای RPA، انتخاب یکی از موثرترین رویه‌های سازمان برای خودکارسازی است. RPA، فرآیندهایی مانند استخراج و به‌روزرسانی جزئیات حاصل از برنامه‌های سازمانی متعدد مانند مدیریت چرخه عمر محصول (PLM)، برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)، مدیریت زنجیره تامین (SCM) و شرکت‌های تدارکاتی را که به شدت طاقت فرسا و هم‌چنین مستعد خطا هستند، خودکار می‌کند.

RPA جایگزین برنامه‌های کاربردی تجاری اصلی نیست؛ اما در عوض، به سادگی می‌تواند کارهای فیزیکی فعلی کارکنان را خودکار کند. یکی از مزایای اصلی RPA این است که دستگاه‌ها، سیستم‌ها یا زیرساخت‌های حاضر را تغییر نمی‌دهند. این فناوری، یک ابزار بسیار مهم در خودکارسازی موانع موجود در شرکت‌های تولیدی است که در تلاش برای رشد در مسیر تحول دیجیتال خود هستند. فن‌آوران در سراسر

جهان سعی می‌کنند تا اقدامات خودکارسازی را با القای RPA با نوآوری‌های شناختی، در خودکارسازی مشاغل رده بالاتر ارتقا دهند.

۱-۴-۱- عملکرد **RPA** در زنجیره تامین

اصلی‌ترین بخش زنجیره تامین، ردیابی کنترل موجودی وجود می‌باشد. نمایندگان فروش دائما به اطلاعاتی در مورد میزان عرضه خود نیاز دارند تا اطمینان حاصل کنند که علاوه بر ذخیره و لوازم یدکی، محصولات کافی برای برآورده کردن نیازهای مشتری دارند. RPA با حفظ جزئیات مربوط به میزان عرضه، ردیابی آن را ساده‌تر می‌کند، در نتیجه هنگامی که سطح عرضه محصول کاهش می‌یابد، مدیران زنجیره تامین را مطلع ساخته و علاوه بر این، اقلام را بلافاصله مجددا سفارش می‌دهد. شرکت‌های تجاری مانند خرده‌فروشی و تولید در بازارها دارای برنامه‌های کاربردی قابل اعتمادی مانند PLM، ERP، MES، RFID[1] (تشخیص فرکانس رادیوئی /آرفید)، CRM (مدیریت ارتباط با مشتری) و SCM (مدیریت زنجیره تامین) هستند. از این میان، ردیابی زنجیره تامین از RPA برای خودکارسازی مشاغل معمولی و کم‌ارزش استفاده می‌کند و ضمن حذف خطای انسانی، ساز و کارها را در زنجیره تامین ساده‌تر می‌کند.

RPA، امکان افزایش سرعت تولید صنعتی را به زنجیره‌های تامین می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که می‌توانند در صورت افزایش تقاضا، ملزومات را تامین کنند. RPA میزان موجودی مورد نیاز را مشخص می‌کند و آن‌ها را با موجودی فعلی مطابقت می‌دهد. سپس به طور خودکار شروع به تکثیر می‌کند تا بدون دخالت انسانی در زنجیره تامین حرکت کند. روند رسیدگی به سفارشات و پرداخت خودکار می‌شود، به طوری که می‌توان اطلاعات را به طور مستقیم در نرم افزار داده‌های تجاری مورد استفاده قرار داد. مذاکره از طریق درگاه اینترنتی (پورتال) انجام می‌شود و می‌تواند علاوه بر ارسال ایمیل به همراه پیامک تایید برای موقعیت‌یابی سفارش، مبلغ پیشنهادی را اصلاح کند. زین پس با ظهور هوش مصنوعی، بسیاری از شرکت‌های تامین کننده به ربات‌ها برای خودکارسازی مشاغل و هم‌چنین اصلاح آن‌ها اعتماد می‌کنند و با خودکارسازی این بخش پشتیبان، سازمان‌ها می‌توانند به کارکنان خود اطمینان دهند که روی وظایف رده بالایی که به هوش انسانی نیاز دارند تمرکز کنند.

[1] Radio - Frequency Identification

اعمال RPA آنطور که به نظر می‌رسد کار آسانی نیست و مستلزم برنامه‌ریزی مناسب در هر مرحله و تدوین راهبردهای نحوه پیاده‌سازی و محدود کردن ذهنیت کارکنان شرکت است. همه این‌ها مطمئنا به ایجاد زمینه برای تغییر کمک می‌کند. اگر شرکتی قصد همکاری با یک ارایه‌دهنده خدمات بهبود فناوری دیجیتال را داشته باشد، باید برای بهره مندی کامل از مزایا، بازگشت ارزش (ROV) و بازگشت سرمایه (ROI)، در زنجیره تامین سازمانی با ابتکار عمل پیوسته صنعت چهارم پیش برود.

۵-۱- خودکارسازی فرآیند دیجیتال

خودکارسازی فرآیند دیجیتال (DPA)، پیشرفته، دیجیتالی، خودکار و مشابه مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار معمولی (BPM) است.DPA یک راهکار کلی به سمت خودکارسازی است که با کمک فناوری‌های مختلف و مدرن، کل سازمان را متحول می‌کند. DPA برای کمک به سازمان‌ها به منظور بهینه‌سازی بهتر فرآیندهای پیوسته و حمایت از تحول در سطح شرکت،BPM سنتی را بهبود می‌بخشد. DPA با فرض این که فرآیندهای کسب‌وکار در حال حاضر دیجیتالی شده‌اند، برای بهبود تجربه مشتری و کاربر نهایی، به جای درگیر شدن، بر بهینه‌سازی روند کاری فعلی تمرکز می‌کند. سازمان‌هایی که تجربه BPM دارند باید به راحتی توانایی اجرای DPA را داشته باشند. DPA نه تنها عملکردهای تجاری، بلکه نظارت بر داده‌ها را نیز در کسب‌وکار خودکار می‌کند تا بتواند اطلاعات را به موقع در دسترس قرار دهد. اساسا، DPA به شرکت‌ها کمک می‌کند تا از طریق خودکارسازی به کسب‌وکارهایی دیجیتالی و داده‌محور تبدیل شوند و کارمندان را تشویق می‌کند تا تصمیم‌های مبتنی بر داده بگیرند. خودکارسازی فرآیند می‌تواند با گردآوری سیستم‌های اطلاعاتی مختلف، مشکلات و نواقص موجود در مشاغل متعدد و هم‌چنین تعاملات را برطرف کند تا برای تولیدکنندگان فرآیندهایی با تنوع کمتر، صحت داده‌ها و فضای ذخیره‌سازی بهبودیافته، فرآیند بسیار مناسب‌تر و تاثیرگذارتر برای کارگاه فراهم کند.

مساله هر روزه ساده ی است که DPA می‌تواند فورا به اتمام موجودی و تامین مجدد منابع بپردازد، به گردش روان جزئیات و خودکارسازی امور کوچک اجازه می‌دهد تا تیم داخلی و مشتریان بفهمند که چه زمانی مواد اولیه دوباره عرضه می‌شوند. پیاده‌سازی DPA یکی از اساسی‌ترین پیشرفت‌هایی است که شرکت‌ها می‌توانند در طول انتقال انجام دهند.

در این دنیای متحول کننده، دیجیتال، چالش برانگیز، متصل، هوشمند و پرسرعت، تولیدکنندگان باید بر نوآوری و عملکرد تمرکز کنند و با خودکارسازی سریع فرآیندها برای عرضه برتر، از رقبا جلوتر بمانند. DPA همراه با IIoT، هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین (ML)، در کنار ربات‌های هوشمند، دامنه پیشرفت گسترده‌ای دارد. از آنجایی که داده‌ها از گزینه‌های امکانات ابری استفاده کرده و برای برآوردن خواسته‌های مصرف‌کننده و هم‌چنین بهبود فرآیند تولید، به ارزیابی اطلاعات جمع‌آوری‌شده کمک می‌کنند، بنابراین اهمیت بسزایی دارند. جدا کردن جزئیات از یکدیگر مطمئنا طراحی محصول را بهبود می‌بخشد، نوسازی تولید را ارتقا می‌دهد، باعث سرعت در تحویل شده و تجربه مشتری نهایی را افزایش می‌دهد.

۶-۱- خودکارسازی فرآیند هوشمند

معرفی تحول دیجیتال در صنایع تولیدی، فرآیندهای کسب‌وکار داخلی را یکپارچه کرده و در نتیجه تعاملات با مشتری را به راحتی خودکار می‌کند. رهبران کسب‌وکار راهکارهای خودکارسازی را برای یافتن یک فرآیند ایده آل اتخاذ می‌کنند، فرآیندی که منجر به حداقل رساندن ضایعات، بهبود کارایی هزینه و تضمین تجربه بهتر مصرف کننده می‌شود. امروزه مصرف کنندگان انتظارات بسیار بالایی دارند، به همین دلیل است که اکثر شرکت‌های تولیدی با نرخ افزایشی کار می‌کنند. انتظار می‌رود تولیدکنندگان محصول در پاسخگویی بسیار سریع‌تر عمل کنند. استفاده از داده‌های پویا جهت تولید مرتبط ترین نتایج، الزامی شده است؛ بنابراین، استقبال از خودکارسازی به یک روش حیاتی و کارا در دنیای امروز تبدیل شده است. پیشگامان صنعت شروع به حرکت در جهت نوآوری‌های جدیدی به نام خودکارسازی فرآیند هوشمند (IPA) کرده‌اند.

ایده خودکارسازی در دنیای دیجیتال در حال افزایش بوده و فناوری در حال پیشرفت است و ماشین‌ها در انجام وظایف انسانی ماهرتر می‌شوند. نوآوری در فناوری‌های مدرن دیجیتال، دسترسی به دستگاه‌های حسگر، افزایش قدرت محاسباتی به علاوه ذخیره‌سازی، منجر به افزایش دسترسی آن در سرزمین فناوری در سراسر جهان شده است. این نوآوری است که به سازمان‌ها امکان می‌دهد فرآیندهایی را که شامل سیستم پرونده‌های ساختاریافته، نیمه ساختاریافته و نامنظم مانند سوابق، متون، عکس‌ها، فیلم‌ها و غیره هستند، خودکار کرده و وظایف مربوط به انسان‌ها را به نحو احسن انجام دهند. برخی از مهم‌ترین فناوری‌های مدرن

که ساختار خودکارسازی فرآیند هوشمند را توسعه می‌دهند عبارت‌اند از هوش مصنوعی (AI)، پردازش زبان طبیعی (NLP) تشخیص کاراکتر نوری[1](OCR) جریان کار هوشمند و RPA.

تولیدکنندگان می‌توانند از تحلیل قدرت پیش‌بینی برای رفع مشکلات جدید و هم‌چنین ارتقای مهندسی محصول استفاده کنند. الگوهای یادگیری ماشین به منظور پیش‌بینی نحوه تولید محصولات فیزیکی بخصوص و هم‌چنین کاهش ناهنجاری‌ها در خواص پیچیده مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند. خودکارسازی فرآیند هوشمند (IPA)، به تولیدکنندگان در صرفه جویی زمان کمک می‌کند، زمانی که در فقدان IPA به انجام محاسبات جهت مشاهده ناهنجاری‌ها، قبل از ورود محصول به مرحله تضمین کیفیت، اختصاص داده می‌شود. IPA در صنعت چهارم و صنعت پنجم یک تحول صنعتی به راه انداخته است و فرآیندها و تنظیمات وابسته به سامانه‌های رایافیزیکی[2] (فیزیکی-سایبری) و سامانه‌های شناختی[3] را به طور اساسی تغییر می‌دهد.

IPA مرحله بعدی در توسعه خودکارسازی فرآیند است و قابلیت‌های هوش مصنوعی را معمولا با خودکارسازی فرآیند ادغام می‌کند. این نوآوری با در دست گرفتن و تسلط مشاغل دائمی و ثابت، برای کمک به کارمندان ایجاد شده است و فعالیت‌های انسانی را بدون نیاز به دخالت انسان تقلید می‌کند.

۲- ضرورت خودکارسازی فرآیند

مهم‌ترین متغیری که علاوه بر رضایت مشتری سود را نیز تعیین می‌کند، خودکارسازی فرآیند است. فرآیند خودکارسازی در یک شرکت تجاری می‌تواند سودآور باشد، چرا که هزینه‌ها را کاهش داده و کارایی وظایف را بهبود می‌بخشد. هم‌چنین باعث صرفه‌جویی در هزینه و زمان می‌شود. با این حال، آن‌چه برای یک شرکت مناسب است ممکن است برای دیگری مناسب نباشد. علاوه بر این، وظایفی که می‌توانند خودکار شوند و میزان خودکارسازی، همگی عواملی هستند که نیاز به بررسی دارند. تعیین خودکارسازی مناسب مورد نیاز ممکن است مشکل باشد، ولی باز هم نباید از ابتدا تا زمان اعمال خودکارسازی در فرآیندهای بعدی، مانع از روند سازماندهی تولید شود.

---

[1] مبحثی در رایانه که به خواندن خودکار متن چاپی یا دست‌نویس و تبدیل آن به صورتی قابل پردازش برای رایانه می‌پردازد. (مترجم)

[2] (مترجم).سیستم هایی معمولا مشتمل بر تعداد بسیاری مولفه های فیزیکی و اطلاعاتی تعامل کننده

[3] سامانه‌ای که می تواند درمورد آنچه می خواهد انجام دهد، حتی در شرایط غیرمنتظره، استدلال کند. (مترجم)

توسعه راهکارها و هم‌چنین تدوین نقشه راه واقعی برای خودکارسازی فرآیند، اولین و مهم‌ترین گامی است که بایستی برداشته شود. اگرچه این راهکارهای سازمان دارای موانعی هستند. با این وجود، شرکت‌های تجاری زیادی وجود دارند که در تجارت خود نوع خاصی از خودکارسازی فرآیند را استفاده می‌کنند.

می‌توانم به آسان‌ترین و رایج‌ترین مثال آن اشاره کنم که حتی یک شرکت کوچک نیز، از خودکارسازی فرآیند در تجارت پیروی می‌کند، مانند ایمیل «پاسخ خودکار» از حساب ایمیل شرکتی به مشتریان.

امروزه فشارهای اقتصادی صنعتی سریع و رو به رشد، به شکل قابل توجهی بر اثربخشی و کارایی صنایع تاثیر گذاشته و آن‌ها را به اتخاذ فرآیند خودکارسازی تشویق کرده است. سازمان‌ها دیگر با بودجه‌های عملیاتی کمتر، نمی‌توانند پول خود را برای کارهای وقت‌گیر و هم‌چنین خسته‌کننده هدر دهند. دلیل اصلی استقبال گسترده از خودکارسازی، توانایی آن برای به‌دست آوردن نتایج بهتر، افزایش بهره‌وری، کمک به اعضای تیم متقابل و ارایه سایر خدمات است. نوآوری در زمینه رباتیک، بینایی صنعتی، IIoT، هوش مصنوعی و ربات همکار ظرفیت‌های جدیدی را ایجاد کرده و به خودکارسازی این امکان را می‌دهد که نه تنها در فرآیندهای تولید انبوه، بلکه در محیط‌های تولید کم حجم و با ترکیب بالا نیز استفاده شود.

خودکارسازی فرآیند وظایف متعددی را انجام می‌دهد، اطلاعات را تبادل می‌کند، شکاف‌ها را پر می‌کند و هم‌چنین مسیر فرآیند کسب‌وکار را در سراسر سازمان شفاف و هموار می‌کند. این فرآیند شامل اجرای مدیریت داده‌های طراحی، صورتحساب مواد، توسعه بازاریاب و برنامه‌ریزی تولید با گردآوری اطلاعات از CAD، PDM (مدیریت داده‌های محصول)، PLM، ERP و MES (سیستم اجرایی ساخت) است.

از آنجایی که فناوری مدرن هر روز پیشرفت بیشتری می‌کند، تولیدکنندگان این توانایی را دارند که شرکت تجاری را با بودجه عملیاتی کمتر اداره کنند و طراحی، ارزیابی و سایر سازوکارها با فرآیندهای هوشمند و ماشین‌های هوشمند جایگزین می‌شوند و توانایی‌های انسان را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند. تصمیم‌گیران کسب‌وکار تمایل دارند ماشین‌آلات کارگاهشان، بالاترین نتیجه ممکن را با کمترین هزینه تولید ارایه دهد. دلیل تاثیر قابل توجه خودکارسازی فرآیند این است که با کاهش کمک‌های انسانی و خطر افزایش خطا، به افزایش اثربخشی طراحی و ساخت، کیفیت محصول و فرآیند کمک می‌کند. اکثر صنایع تولیدی شروع به پیاده‌سازی صنعت چهارم برای خودکارسازی فرآیند کردند که نشان دهنده تحول دیجیتال است. فناوری خودکارسازی مناسب همراه با کارکنان ماهر مناسب، کسب‌وکار را به سمت موفقیت هدایت می‌کند. شرکت

باید فرآیند دیجیتالی شدن را گام به گام آغاز کند تا هدف سازمان یعنی تبدیل به یک شرکت دیجیتالی را تحقق بخشد.

۳- تغییر فرآیند

تحول برای بسیاری از عملکردها در یک شرکت تولیدی ضروری است. این سفر با تلاش برای رسیدگی به یک چالش خاص شروع می‌شود و چندی بعد شرکت تشخیص می‌دهد که می‌تواند تحول و منفعت را با گسترش در سراسر شرکت اعمال کند. شروع تحول فرآیند یکی از کارآمدترین روش‌ها برای افزایش کیفیت محصول و عملکرد عملیاتی است. دغدغه اصلی بیشتر تولیدکنندگان بهبود کیفیت است. تحول فرآیند در یک بخش صنعتی به پاسخ سریع‌تر به تقاضاهای بازار کمک می‌کند و به طور کامل فرآیند کسب‌وکار برای استفاده از قابلیت‌های دیجیتال متحول می‌کند.

با افزایش سرعت صنعت، توسعه عاملی حیاتی محسوب می‌شود. شرکت‌ها ملزم به ارتقای راهکارها و فرآیندهای خود هستند تا بتوانند به سرعت محصولات جدیدتری را وارد بازار کنند. با این حال، طراحان جدید و افرادی که وظیفه خلق محصولات را انجام می‌دهند، معمولا مقاوم‌ترین افراد در برابر تغییرات هستند. مهمتر از همه، رویکرد کنترل کیفیت شامل کاهش خطرات، تقویت آموزش و توسعه فرآیندهای بسیار بهتر است، علاوه بر این، محیط کار را برای همه افرادی که در آن زمان می‌گذرانند بسیار ایمن‌تر و تمیزتر می‌کند. تغییر با کیفیت، با انتقال از از فرآیند تولید دستی به تولید بدون دخالت انسان آغاز می‌شود. تغییر فرآیندهای کسب‌وکار در فرآیند تصمیم‌گیری، نه تنها به سازمان‌ها کمک می‌کند تا ارزش و ثروت بیشتری از سرمایه‌گذاری مالی خود در نوآوری کسب کنند، بلکه مسائل مربوط به کارکنان نیز را نیز برطرف کرده و به آن‌ها کمک می‌کند تا با این تحول سازگاری بهتری داشته باشند. به طور کلی، سازمان‌ها باید درک کنند که استفاده از فناوری مدرن برای متحول کردن کسب‌وکارشان اقدام بسیار فوق‌العاده‌ای است، اما رمز موفقیت در یک کسب‌وکار به یافتن اختلالات ناشی از استفاده از فن‌آوری مدرن و اصلاح آن قبل از کشف کاربردهای جدید نوآوری‌های عصر جدید، بستگی دارد.

از آنجایی که فناوری مدرن به طور تصاعدی به پیشرفت خود ادامه می‌دهد، بنابراین برای شرکت‌ها ضروری است که فرآیند خود را به منظور تضمین مزیت رقابتی تغییر دهند. رهبران کسب‌وکار در صنعت تولید به دلیل هزینه‌های ایجاد این تغییرات، در واقع معمولا تمایلی به تغییر و معرفی نوآوری ندارند. همراه با فناوری

مدرن از فرآیند، دانش، مهارت‌ها استفاده کنید تا به تاثیر آن در تغییر فرآیند پی ببرید، این موضوع باید بخشی از بحث اصلی باشد و نقشه راه آینده را برای موفقیت تضمین کند.

تحول در ابتدا می‌تواند فقط با تغییر شخصی کارکنان و با تقویت فرآیند در سازمان آغاز شود. سرمایه‌گذاری‌های تولیدی، چه کوچک، چه متوسط و چه بزرگ، همه باید آماده رشد در جهانی باشند که هزینه‌های جاری، هزینه عملیات تولید و هزینه منابع مقرون به صرفه باشد. علاوه بر این، سازمان قطعا باید اهداف تولید را مشخص کرده و یک راهکار شفاف برای تحول تعیین کند. تحول فرآیند تنها پس از تفکر اساسی برای شناسایی زمینه‌های بهبود بالقوه و تقویت راهکاری که در آن فناوری بتواند خدمات و سود را افزایش داده و هزینه‌ها را کاهش دهد، موفق می‌شود. درک مراحل مختلف بلوغ سرمایه‌گذاری تولید می‌تواند با تحول فرآیند در صنعت تولید، به درستی به خودکارسازی فرآیند کمک کرده و نحوه انجام خدمات در هر زمینه از اقتصاد صنعتی را متحول کند.

۴- از خودکارسازی فرآیند تا تغییر فرآیند

خودکارسازی فرآیند شامل استفاده از فناوری مدرن برای اجرای خود فرآیندها می‌شود و با قابلیت گزارش تحلیلی، این فرآیندها را بسیار موثرتر و کارآمدتر می‌کند. اجرای خودکارسازی زمان را کاهش داده و در تعاملات تامین‌کنندگان این امکان را فراهم می‌سازد تا با واکنش‌های سریع و شخصی‌سازی شده و به مقدار مناسب از تعاملات مشتری استفاده کنند؛ به عبارت دیگر، خودکارسازی فرآیند وسیله‌ای برای دست‌یابی به نتیجه نهایی مطلوب، به وسیله تغییر فرآیند است. با ظهور فناوری‌های جدید، انتظارات مشتری هم‌چنان بالا می‌رود و بسیاری از خدمات در تلاش برای مرتبط ماندن با مشتری و برآوردن انتظارات آن، از تغییر فرآیند استقبال می‌کنند.

شرکت‌های تجاری پیشگام تایید می‌کنند که برای تداوم در رقابت، باید فرهنگ، فرآیندها، داده‌ها و نوآوری‌های خود را دائما بهبود بخشند. دست‌یابی به این هدف مستلزم برنامه‌ریزی و تلاش مضاعف است. با وجود تاثیر ثابت شده خودکارسازی و تحول دیجیتال، چندین شرکت هنوز تمایلی به بهبود جدی فرآیند داخلی خود ندارند. شرکت‌های تولیدی برای ماندن در رقابت، علاوه بر خودکارسازی فرآیند، شناخت کاملی در مورد ساده‌سازی فرآیند دارند. یکی از بزرگ‌ترین تاثیرات تغییر فرآیند به احتمال زیاد از کمک به نوآوری نشات گرفته است، نه تغییر یا حذف کارگران. این مزایا زمانی پذیرفته می‌شوند که خودکارسازی به

طور ایمن و با رویه‌های سازمان در تمام سطوح سازمان ادغام شده و هم‌چنین برای عملکردهای مختلف درون شرکت شخصی‌سازی شود.

تحول فرآیند برای شرکت‌های تولیدی اساس انقلاب صنعتی چهارم به شمار رفته و راز به‌روزرسانی و بهبود عملیات تولید است. تغییر و تحول به طرق زیادی در زمینه رشد محصول جدید تاثیر می‌گذارد، چشم انداز محصول جدید شرکت را به شدت تغییر می‌دهد. فناوری هم اکنون از دست‌یابی به مواد اولیه گرفته تا عرضه محصولات به بازار، در بین تولیدکنندگان شیوع پیدا کرده است. فن‌آوری مدرن در خط تولید به منظور ارایه اطلاعات و تعیین انتخاب‌های آنی در طول فرآیند استفاده می‌شود؛ بنابراین، تولید در حال یک تغییر اساسی است. این پدیده نه تنها برای متمایز کردن محصولات جدید خود، بلکه هم‌چنین برای بهبود روش توسعه، خلق و ارایه این محصولات، امکانات فوق العاده‌ای را برای توسعه دهندگان محصول در صنعت تولید ارایه می‌دهد. اگرچه بازپرداخت‌ها زیاد است، اما چالش‌های موجود در مسیر رسیدن خودکارسازی فرآیند به تغییر فرآیند نیز قابل توجه است.

۵- چالش‌ها

خودکارسازی فرآیندهای کسب‌وکار در راس ابتکارات تغییر فرآیند قرار داشته و یک عامل حیاتی برای موفقیت به شمار می‌رود، اگرچه هنوز چالش‌ها و خواسته‌هایی وجود دارد که باید به آن‌ها رسیدگی شود. بیشتر رویه‌ها بسیار پیچیده هستند و از اقدامات و عناصر مختلفی تشکیل شده‌اند. فقدان یک چشم انداز واضح در کنار نظارت راهبردی، این احتمال را افزایش می‌دهد که فرآیندهای پایه و ضروری به اشتباه مدیریت شوند، به تاخیر بیفتند، آسیب ببینند و با بی‌دقتی مشکلاتی را ایجاد کرده و اعتبار را تحت تاثیر قرار دهند. چند چالش اصلی به شرح زیر است:

۱. حتی قبل از آماده شدن برای تحول یک فرآیند، لزوم خودکارسازی فرآیند در سازمان باید درک شود. این امر اساسا ضروری است زیرا اکثر سهام‌داران در سازمان ممکن است آماده تغییر نباشند. افراد دیدگاه‌های متفاوتی دارند و حتی اگر همکاری‌ها در ابتدا موفقیت‌آمیز باشند، ممکن است تضاد غیرارادی پنهانی داشته باشند.
۲. از آنجایی که تقاضای مصرف کننده همواره در حال رشد است، سازگاری با بازار ممکن است به سرمایه‌گذاری‌های بسیار بیشتری نیاز داشته باشد و ممکن است فراتر از برنامه هزینه‌های واقعی که قبلا پیش‌بینی شده است باشد.

۳. یک راهکار خوب طراحی شده مستلزم چشم اندازی برای تغییر فرآیند است تا تخصص اصلی فعلی را بهبود بخشد و به سمت آن چشم‌انداز پیش رود.
٤. تغییر به منظور تبدیل شدن به یک شرکت مشتری مدار مستلزم ارتقاء مداوم فرآیند است.
٥. درک تاثیری که تغییر فرآیند می‌تواند بر یک سازمان داشته باشد.
٦. مقاومت در برابر پذیرش فناوری‌های جدیدی که به تغییر فرآیند کمک می‌کنند.
۷. تعریف معیارهایی که می‌توانند به درستی کارایی را قبل، در حین و بعد از تغییر فرآیند ارزیابی کنند.
۸. بسیاری از چالش‌های موجود در زمینه دست‌یابی به اهداف تحول فرآیند، مشکلات اجتماعی و رفتاری هستند.

علاوه بر پیشرفت گام به گام به سمت تحول فرآیند، یک راهکار پیشرفت مستمر را اتخاذ کنید. با این که می‌توان با چالش‌ها به محض بروز و ظهور مقابله کرد، اما بهتر و معقول‌تر است که از قبل برای تسریع بازگشت سرمایه (ROI) و بازگشت ارزش (ROV) آمادگی داشته باشیم.

۶- عوامل ایجاد ارزش در تغییر فرآیند

تغییر یک فرآیند در یک شرکت تولیدی، شامل خودکارسازی مشاغل مختلف به منظور تکمیل و تضمین بقای آن است. تحولات در زمینه الکترونیک و فناوری در واقع در دنیای اقتصاد و تجارت غوغا به پا کرده است. خودکارسازی به نفع کارهای دستی مکرر خواهد بود و علاوه بر سیستم‌های کنترلی آن‌ها، هزینه ربات‌ها نیز در آینده کاهش خواهد یافت تا همه تولیدکنندگان کوچک و متوسط بتوانند از آن‌ها استفاده کنند. سازمان توسعه محصول، شروع به استفاده از فرآیندهای کاهشی و افزایشی کرده و مطمئنا چارچوب‌های طبیعی و ابزارهای دیجیتال را عمیقا درک خواهد کرد. عملیات تولید با دقت بیشتری به محل منابع یا موقعیت مصرف کننده گره خواهد خورد. دستگاه‌های پوشیدنی و ربات اسکلت خارجی مجهز، عملکرد انسان را افزایش داده و ایمنی را بهبود می‌بخشند. ماشین‌های هوشمند به‌تدریج و به بهترین نحو در حوزه فرآیند کار می‌کنند و انتظار می‌رود که بسیاری از کارهای روزمره در تولید و انبارداری را انجام دهند. تولیدکنندگان در به‌دست آوردن مهارت‌های ایده آل مورد نیاز خود با مشکل مواجه هستند، چرا که به روش‌های مختلف بسیار پیچیده و پیشرفته شده‌اند.

قابلیت تولید هوشمند برای بررسی و نظارت آنلاین، این امکان را فراهم می‌کند تا برای بهبود عملکرد سیستم‌ها، فرآیندها و صرفه‌جویی در زمان، انتخاب‌های داده محوری را برای وظایف انسانی به ارمغان بیاورد.

از بین بردن نگرانی‌های مربوط به عملکرد کارخانه در طول فرآیند توسعه با استفاده از ستون‌های صنعت چهارم مانند کنترل فرآیند آماری پیشرفته (SPC) و مدیریت عملکرد الکترونیکی می‌تواند مفید باشد. کیفیت و سرعت اولین عواملی هستند که در این محیط متصل افزایش می‌یابند و این به نوبه خود چیزی را تضمین می‌کند که همه تامین‌کنندگان می‌خواهند؛ یعنی یک تجربه بهبود یافته در حوزه خدمات مشتری. حفاظت از حق چاپ یکی دیگر از چالش‌های اصلی در محیط تولید جهانی است که به طور فزاینده‌ای گسترش می‌یابد. استانداردسازی فرآیند، قیمت ورودی را برای تامین‌کنندگان کاهش می‌دهد تا بهبود فرآیند بیشتری را به انجام برساند، این محرک‌ها فرآیند را در بخش تولید به طور قطعی متوقف کرده و تغییر می‌دهند.

۷- خلاصه

سازمان‌ها در سرتاسر جهان به سرعت در حال تغییر هستند و توسط نوآوری‌های دیجیتالی نوظهور هدایت می‌شوند. تولیدکنندگان شرکت‌های کوچک، متوسط و بزرگ از خودکارسازی فرآیند و تغییر فرآیند استفاده می‌کنند که به احتمال زیاد به استاندارد تبدیل خواهد شد. دگرگونی در بخش تولید بیشتر به معنای پذیرش فناوری الکترونیکی برای جایگزینی یا خودکارسازی رویه‌های دستی است. امروزه تولیدکنندگان محصول با یک استاندارد تجاری در حال تغییر سر و کار دارند که در آن فناوری‌های نوظهور و در حال توسعه، روز به روز نحوه تولید محصولات و ارایه خدمات را تغییر می‌دهند. با در دسترس بودن بی سابقه داده‌ها، ویژگی‌های محصول و جایگزین‌های شبکه، مصرف کنندگان نه فقط در زمینه محصولات و خدمات، بلکه در کل تجربه خرید و استفاده از محصول خواستار تحول روزافزون هستند. نوآوری‌های خودکارسازی جهت خلاص شدن از شر تاخیرها، به حداقل رساندن حوادث، حذف اشتباهات، بهبود کیفیت محصول و توسعه استانداردهای جدید سازمان، در صنعت تولید امروزی بسیار ضروری هستند. رقابت برای تشخیص و هم‌چنین پاسخگویی به نیازهای مشتری که دائم در حال تغییر هستند، با ظهور رقبای جدید با الگوهای تجاری منحصر به فرد، شدیدتر می‌شود. تغییر فرآیند نشان‌دهنده تبدیل رویه‌های استاندارد به سیستم‌های دیجیتال کارآمدتر است و می‌تواند عملکرد را به طور چشمگیری افزایش داده و همه جنبه‌های سازوکارها را بهبود بخشد.

به لطف تغییر در صنایع تولیدی، امکانات تولیدی آینده در استفاده از ربات‌ها، مواد و انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار منابع انسانی موثرتر خواهند بود. بهبود خدمات و محصول، حاکی از توسعه خدمات با ارزش افزوده

جدیدی است که می‌تواند هم محیط تولید و هم تجربه مصرف‌کننده را ارتقاء دهد و در عین حال جریان‌های درآمدی جدیدتری را ایجاد کند. با افزایش شفافیت، مشارکت مصرف‌کننده و الگوهای کاملا جدید عادات مشتری، تغییرات عمده‌ای در زمینه تقاضا رخ می‌دهد، این تغییرات به طور فزاینده‌ای بر پایه میزان دسترسی آن‌ها به شبکه‌های تلفن همراه و اطلاعات بوده و شرکت‌های تولیدی را تحت فشار قرار می‌دهد تا روش خلق، بازاریابی و ارایه محصولات به همراه خدمات را تغییر دهند. فن‌آوری‌های مدرن جدید، محصولات را بسیار انعطاف‌پذیرتر می‌کنند، حال آن که اطلاعات، علاوه بر تجزیه‌وتحلیل دقیقا نحوه سرویس شدن آن‌ها را نیز تغییر می‌دهد. تولیدکنندگان کاوش سفر را در بحبوحه گذار اجتناب‌ناپذیر از دیجیتالی شدن آسان به فناوری مبتنی بر ترکیبی از نوآوری‌ها، با همکاری دانش بشری و ربات‌ها، به سوی آینده‌ای آغاز خواهند کرد که منعکس کننده اهداف معمولی و هم‌چنین ارزش‌هایی است که شرکت‌ها را وادار به بازنگری ابزارهای نحوه فعالیت خود می‌کنند.

منابع

[14] Aras| Product Brief | Product Lifecycle Management. https://www.aras.com/en/capabilities/product-lifecycle-management

[15] Bizagi. N.d.Digital Process Automation. https://www.bizagi.com/en/solutions/digital-processautomation

[16] DPA | Product Brief | Opentext, https://www.opentext.com/products-and-solutions/products/digital-process-automation

[17] Elangovan, U. (2020). *Product lifecycle management (PLM): a digital journey using industrial internet of things (IIOT)*. CRC Press. https://www.amazon.com/Product-Lifecycle-Management-PLM-Industrial/dp/0367431246

[18] Haigh, M. J. (1985). *An introduction to computer-aided design and manufacture*. Blackwell Scientific Publications, Ltd.

[19] Ter Hofstede, A. H., Van der Aalst, W. M., Adams, M., & Russell, N. (Eds.). (2009). *Modern business process automation: YAWL and its support environment*. Springer Science & Business Media.

[20] IPA | Product Brief | Uipath, https://www.uipath.com/rpa/intelligent-process-automation

[21] Leon, A. (2014). *Enterprise resource planning*. McGraw-Hill Education (India) Pte Limited.

[22] Luther, D. (2020). *21 ways to automate a small business*. https://www.netsuite.com/portal/ resource/articles/accounting/small-business-automation.shtml

[23] PLM | Product Brief | https://www.3ds.com/products-services/enovia/products/

[24] PLM | Product Brief | https://www.autodesk.com/content/product-lifecycle-management

[25] PLM | Product Brief | PTC, https://www.ptc.com/en/products/plm

[26] PLM | Product Brief | Siemens PLM, https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/ products/plm-components/

[27] RPA | Product Brief | Automation Anywhere, https://www.automationanywhere.com/rpa/ robotic-process-automation

[28] RPA | Product Brief | UiPath, https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation

[29] Scholten, B. (2009). MES guide for executives. *Research triangle park, NC, USA: International society of automation*.

[30] Watts, Stephen. 2020. The importance of digital process automation (DPA). https://www.bmc.com/

[31] Zeid, I. (1991). *CAD/CAM theory and practice*. McGraw-Hill Higher Education. https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/542057

فصل سوم

نوآوری در حوزه فناوری صنعتی

انقلاب صنعتی سوم تا پنجم

فناوری تولید و ساخت متعهد می‌شود که بر هر جنبه‌ای از خدمات تولیدی از طراحی، تحقیق و توسعه، تولید و زنجیره تامین گرفته تا فروش و بازاریابی تاثیر بگذارد. حوزه تولید صنعتی، مواد اولیه را به محصولات جدید تبدیل می‌کند و در نهایت توسط مشتریان مورد استفاده قرار می‌گیرد، این حوزه هم‌چنین تحت تاثیر تحولات تجاری که به سرعت در حال وقوع هستند، قرار دارد. فناوری همراه با نوآوری، علاوه بر بهبود عملکرد، یک محرک حیاتی در زمینه پیشرفت در تولید محسوب می‌شود. فن‌آوری‌های جدید دارای طرح محصولات پیشرفته، فرصت‌های زیادی را برای تولیدکنندگان، به‌ویژه برای شرکت‌های کوچک و متوسط، جهت بهبود ارزش افزوده اصلی کسب‌وکار فراهم می‌کند. برای بهبود توسعه محصول، تولیدکنندگان می‌توانند از ابزارهای مختلف فناوری مدرن به عنوان اولین گام به سمت تحول دیجیتال استفاده کنند.

۱- انقلاب صنعتی

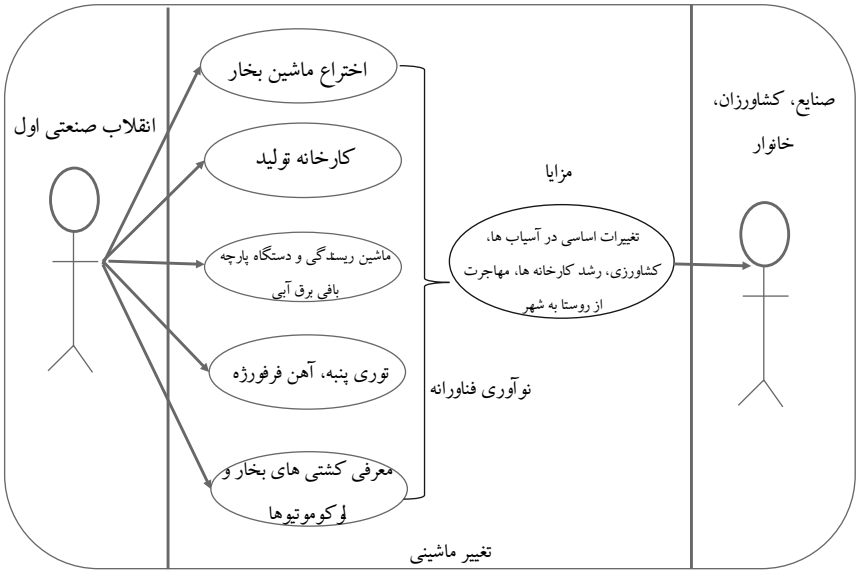
در دوره معاصر، تاسیسات تولید اغلب توسط مراکز صنعتی مبتنی بر فناوری تغییر می‌کنند. گسترش تجارت در نتیجه تبدیل اقتصاد کشاورزی به اقتصاد ماشینی صنعتی به وجود آمد، زیرا خودکارسازی طراحی و تولید محصولات از طریق خدمات، از توسعه سریع فناوری در حوزه‌های مختلف صنعتی نشات گرفته است. اولین انقلابی که در طی تحول صنعتی رخ داد، نوسازی، پیاده‌سازی و پذیرش نوآوری‌های فناورانه بود. توسعه اخیر نوآوری در فناوری، یک مسیر تکراری بوده و سرعت نوآوری و تحول مدام در حال افزایش است. تحول در حوزه صنعت تازگی ندارد و به عنوان یکی از ابتکارات مهم اقتصاد صنعتی محسوب می‌شود. سازمان‌هایی که توسط رهبران کسب‌وکار دارای هدف مشخص در زمینه تحول دیجیتال اداره می‌شوند، الگوهای کسب‌وکار خود را ارتقاء می‌دهند تا بتوانند کسب‌وکار خود را توسعه دهند، در هر زمان هماهنگ باقی بمانند، خود را از رقبا متمایز کنند، بتوانند هنرمندانه فکر کنند و از نوآوری در خطوط تولید خود استقبال کنند.

بیایید یک مرور اجمالی بر انقلاب‌های صنعتی مختلف داشته باشیم.

۱-۱- نسل اول صنعت

در انقلاب صنعتی اول، تغییرات از اواخر قرن هجدهم آغاز شد و تا آغاز قرن نوزدهم در حوزه‌های صنعتی به شکل خودکار ادامه یافت. اولین انقلاب صنعتی نقطه عطفی بزرگ در تاریخچه فرهنگ بشری بود و

هم‌چنین به عنوان عصر تولید (ماشینی) مکانیکی نامیده شد، جایی که محصولات ساخته شده توسط ابزارهای دستی به محصولاتی که توسط ماشین‌ها ساخته می‌شدند تبدیل شدند.



شکل ۱- انقلاب ماشینی.

با اختراع ماشین ریسندگی جنی[1] و استفاده از برق، عصر انقلاب صنعتی آغاز شد. لباس‌ها خیلی سریع‌تر از قبل تولید می‌شدند. با پیدایش موتور بخار و نیروی بخار همه چیز از کشاورزی گرفته تا تولید پوشاک را تامین می‌کرد. به ویژه تجارت کالا نیز مانند حمل‌ونقل، با فرآیند خودکارسازی تغییر کرد. برق تولید شده از بخار غلیظ و زغال سنگ، تولیدکنندگان را وادار به کشف کاربردهای صنعتی جدید کرد. لوکوموتیو بخاری حمل‌ونقل کالا را دگرگون کرد. علاوه بر این، به توسعه و گسترش سریع شهرها کمک کرد و در پی آن اقتصاد نیز گسترش یافت.

[1]) را بر روی ماشین ریسندگی جدید Jenny) نام دختر خود (James Hargreavesتوضیح مترجم: مخترع (جیمز هارگریوز -
گذاشته است.

پیشرفت جیمز وات در ایجاد یک چگالنده (کندانسور) مجزا، راندمان موتور بخار سنگین را به طور قابل توجهی افزایش داد و علاوه بر آن میل لنگ و چرخ دنده‌ها را به الگویی برای همه موتورهای بخار مدرن تبدیل کرد. کشف او یکی از موثرترین خلاقیت‌های تحول صنعتی به حساب می‌آمد.

داشتن یک ماشین بسیار مقرون به صرفه‌تر از داشتن افرادی بود که دستمزد می‌گرفتند. یک تغییر اساسی و نوآورانه از اقتصاد مبتنی بر کشاورزی به تولید مبتنی بر ماشین رخ داد. در نتیجه این مزایا، چه خوب چه بد، ماشین‌های ساخت بشر هنوز هم در حال استفاده هستند. در طی تحولات صنعتی، به دلیل استفاده از سوخت جدید، توسعه تاسیسات تولیدی بزرگ و افزایش امکانات غیربهداشتی شهری، آلودگی محیط‌زیست نیز افزایش یافت. اولین تغییرات صنعتی زمانی رخ داد که بسیاری از اصلاحات اجتماعی-اقتصادی همراه با چندین مورد از کاربردی ترین شگفتی‌های فناورانه آغاز شد.

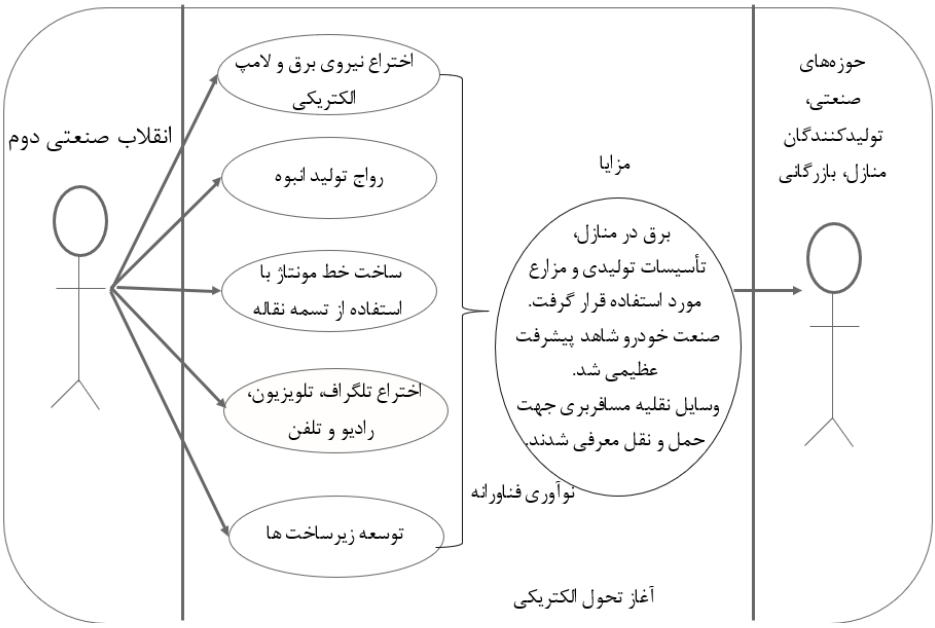
۲-۱- نسل دوم صنعت

نوآوری‌های فناورانه متعدد در حوزه صنعت، به ابداع موتور احتراق داخلی، نوآوری انرژی الکتریکی، استفاده از فولاد، حوزه‌های شیمیایی، آلیاژها، نفت و فناوری‌های بر هم کنش الکتریکی کمک کرد. تولید رایج و تکنیک‌های تولید در اولین انقلاب صنعتی با تحول فناورانه بهبود یافته است و مرحله‌ای از خودکارسازی سریع را نشان می‌دهد. فناوری تولید، مواد اولیه و ابزارهای ساخت، به منظور استانداردسازی انواع کالاهای ساخته شده پیشرفت کرده است. نوآوری در علم و فناوری در کنار هم کار می‌کنند و این اطلاعات کارآمد علمی است که مسیر توسعه فنی را نشان می‌کنند. بسیاری از مبتکران با شناخت مزایای احتراق داخلی نسبت به بخار سنگین، برای اولین بار از انرژی در زمینه خودرو استفاده کردند. توسعه فرآیندهای جریان پایا با قطعات قابل تعویض که معمولا مربوط به خط تولید بود، منجر به راه‌اندازی کارخانه‌ای برای استانداردسازی تولید انبوه محصولات پیچیده توسط صنعت خودرو شد.

اختراع لامپ الکتریکی توسط توماس ادیسون در حوزه تولید بسیار موثر بود و باعث شد تا عملیات به صورت سه شیفت در روز اجرا شوند. فناوری سیستم کنترل سه محوره که باعث شد امنیت همواره در هواپیما برقرار باشد، متعلق به برادران رایت است و این اصل اساسی هم‌چنان در زمینه هوانوردی به همین شکل است. فناوری مولد الکتریکی به همراه نوآوری موتور احتراق داخلی که هم زمینه خودروسازی و هم زمینه

هوانوردی را ممکن می‌سازد، محصولات خانگی مدرن مانند یخچال و تجهیزات لباسشویی را نیز بهبود می‌بخشد.

تلفن، رادیو، تسمه نقاله، جرثقیل و ماشین‌آلات همه و همه با نیروی برق کار می‌کنند. نیروگاه‌های برق آبی و نیروگاه‌های بخار نیز بر مبنای زغال سنگ توسعه یافتند. استفاده از فولاد به جای آهن، در ساخت کشتی‌ها، ساختمان‌های بلند و پل‌های بزرگ‌تر افزایش یافت. تاثیر انقلاب صنعتی بر توسعه و عملکرد مالی بسیار بیشتر از هر نوع پیشرفت فنی بود و به همراه اولین تحول صنعتی، به ادغام جهانی بازارها کمک کرد. به واسطه این تحولات و اختراعات، دومین تحول صنعتی را می‌توان به عنوان یک دوره مفید و سودمند در تاریخ خلاصه کرد. اختراع انرژی الکتریکی، خودرو و هواپیما در آغاز قرن بیستم از دلایلی است که دومین انقلاب صنعتی به عنوان یکی از حیاتی ترین انقلاب‌ها درنظر گرفته می‌شود.



شکل ۲- انقلاب علم و فناوری.

در انقلاب صنعتی دوم فرآیندهایی معرفی شد که منجر به بهبود کیفیت محصول و اثربخشی و کارایی ساخت می‌شد، مانند سیستم تولید به هنگام (JIT) و اصول ناب جهت ارتقای صنعت اول. اولین و دومین انقلاب

صنعتی، به طور یکسان سهم بزرگی در پیشرفت حوزه صنعت داشتند. ما نمی‌توانیم این واقعیت را انکار کنیم که خودکارسازی و تغییرات صنعتی اثرات نامطلوبی را برای جهان ایجاد کرده است. ضمنا، سخن هراکلیتوس[1] نیز به این موضوع مهر تایید می‌زند - تنها چیزی که در این جهان ثابت است، تغییر است.

۳-۱- نسل سوم صنعت

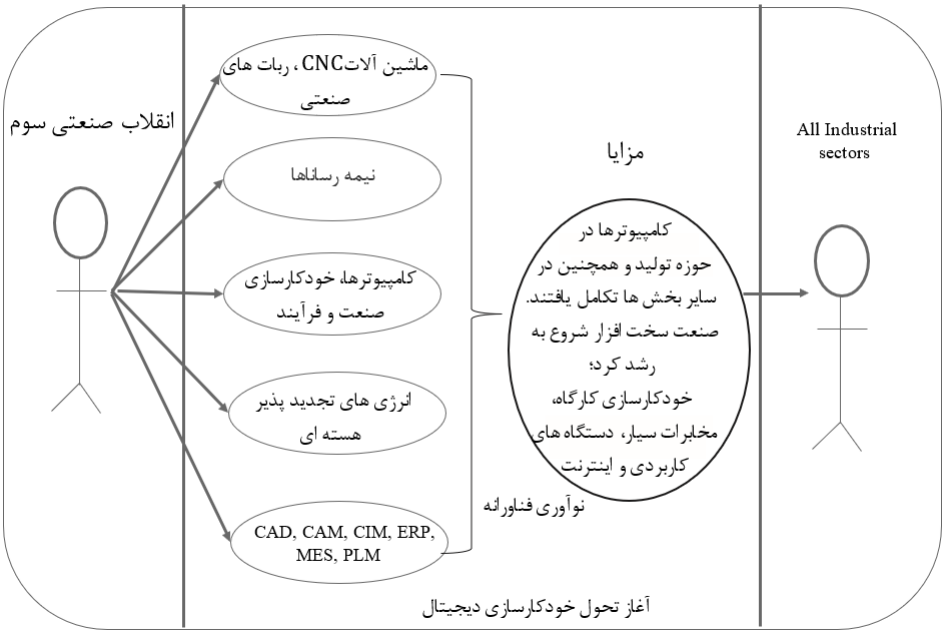
نیمه دوم قرن بیستم شاهد رشد در زمینه سیستم‌های کامپیوتری، خودکارسازی، رباتیک، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی هسته‌ای، لوازم الکترونیکی، مخابرات، اینترنت و انقلاب دیجیتالی بود که به انقلاب صنعتی سوم معروف است. در نیمه دوم قرن بیستم، صنایع اغلب تحت تاثیر پیشرفت‌های فناورانه و تغییرات غیرقابل پیش‌بینی بازار و رقبای بین‌المللی قرار گرفتند. به طور معمول، یک صنعت تولیدی برای پایداری و هماهنگی با دنیای رقابتی تولید، نیاز به ایجاد سیستم‌های تولیدی دارد که نه تنها محصولات با کیفیت بالا را با هزینه‌ای مقرون به صرفه تولید می‌کنند، بلکه خود را به سرعت با تحولات بازار و نیازهای مصرف‌کننده وفق می‌دهند؛ علاوه بر این، در محیط تولید ماشین‌ها نباید به هیچ عنوان متوقف شوند.

به‌کارگیری خودکارسازی در صنعت دوم و خودکارسازی خطوط تولیدی کارخانه‌ها و صعود دیجیتالی، یک جهش قابل توجه و رو به جلو در صنعت سوم بود. تولیدکنندگان ماشین‌های صنعتی شروع به بهبود عملکرد ماشین‌های دارای مدارهای مجتمع کردند. عصر خودکارسازی در صنعت خودرو پیشرو بود و در نهایت در تمام بخش‌های تولیدی نیز پذیرفته شد. صنعت سوم به منظور بهره‌برداری از سخت‌افزار الکترونیکی، سیستم‌های کاربردی نرم‌افزار را ارتقاء داد.

دستگاه‌های الکترونیکی به همراه فناوری اطلاعات شروع به خودکارسازی تولید و هم‌چنین زنجیره تامین جهانی کردند. با خودکارسازی محیط کار، طراحی و تولید محصول، امور پیچیده و تکرارشونده توسط برنامه‌های نرم‌افزاری انجام می‌شدند. نوآوری در پشتیبانی کامپیوتری، پیشرفت ریزپردازنده‌ها و مزایای مربوط به کنترل فرآیند رایانه‌ای در حوزه‌های صنعتی معروف شد. از آنجایی که در طی این دوره نوآوری‌های فناورانه بسیاری وجود داشت، پیدایش برنامه‌های کاربردی به کمک رایانه مانند طراحی رایانه‌ای، تولید رایانه‌ای، تولید یکپارچه رایانه‌ای، کنترل عددی رایانه‌ای، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، برنامه‌ریزی احتیاجات مواد، مدیریت ارتباط با مشتری، مدیریت زنجیره تامین، نمونه‌سازی سریع، مدیریت چرخه عمر محصول،

[1] Heraclitus

سیستم‌های اجرای تولید، کنترل منطقی قابل برنامه‌ریزی، کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده‌ها (SCADA)[1] بود که تیم‌های NPD/NPI را قادر ساخت تا کارهای روزمره را برنامه‌ریزی کرده و روندهای محصول در فرآیند تولید را از طریق طراحی و توسعه رصد کنند.



شکل ۳- انقلاب خودکارسازی دیجیتال.

۲- کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی[2]

کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC)، نوعی رایانه است که منحصرا برای کار در شرایط صنعتی وخیم مانند سطوح دمای شدید، نیمه مرطوب و شرایط کثیف ساخته شده است؛ یک سیستم رایانه‌ای صنعتی و کم حجم که برای مدیریت فرآیند سیستم تولید از یک مکان ایجاد شده است. به بیان ساده‌تر، یک کامپیوتر حالت جامد صنعتی است که داده‌ها و نتایج را نظارت کرده و برای فرآیندهای خودکار و هم‌چنین برای ماشین‌آلات موجود در خط مونتاژ در بخش تولید، تصمیماتی منطقی می‌گیرد. PLC ها به نوعی با

[1] Supervisory control and data acquisition
[2] Programmable Logic Controller (PLC)

ایجاد یک سیستم اسکادای بزرگ‌تر، نقش مهمی در زمینه خودکارسازی ایفا می‌کنند. مجموعه‌ای از ویژگی‌های PLC عبارت‌اند از زمان‌بندی، محاسبه، بازشناسی، مقایسه و مدیریت سیگنال‌های آنالوگ مختلف. PLC ها معمولا به عنوان رایانه‌های صنعتی شناخته می‌شوند.

پیشرفت‌های فنی در زمینه مدیریت ارتباطات، راه‌های جدیدی را برای خودکارسازی صنعتی ایجاد می‌کند. صرف نظر از پیشرفت‌های سریع فناوری مدرن، PLC ها هم‌چنان نقش مهمی در زمینه تولید دارند و هم‌چنین به عنوان یک واحد پردازش مرکزی برای تمام تصمیمات بهنگام کار می‌کنند. PLC ها به شناسایی، نظارت و خلاص شدن از شر اتلاف کمک می‌کنند و هم‌چنین بیشتر به عنوان دنیای کنترل خودکارسازی شناخته می‌شوند و به دنیای فناوری اطلاعات و ارتباطات مدرن روز پاسخ می‌دهند. سیستم‌های کنترل نظارتی نقش مهمی را در صنعت تولید ایفا می‌کنند و این قدمی به سمت استانداردهای طراحی مشخص‌تر است که تعامل بین سیستم‌های PLC معمولی و سایر سیستم‌های کنترل تولید را امکان‌پذیر می‌کند.

PLC ها با کمک ناظران بیشتری که بر عملیات کلی نظارت می‌کنند، به منظور کنترل جزئیات پردازش دسته‌ای دارای کنترل حلقه بسته به طور مداوم مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ هم‌چنین برای مدیریت محرک‌های خطی و چرخان در مدار قدرت هیدرولیکی سیالات صنعتی نیز استفاده می‌شود.

PLC ها ابزارهای مناسبی برای تنظیم عملکرد یک ربات صنعتی هستند.

بخش اعظم محصولات مصرفی در یک مرکز تولیدی ساخته می‌شوند، از طریق یک شبکه گردشی تحویل داده می‌شوند و با استفاده از خودکارسازی به فروشگاه و مصرف‌کننده عرضه می‌شوند. اهداف معمول تولیدکنندگان در پیاده‌سازی ابزارهای خودکارسازی علاوه بر پایداری، به چند مورد از جمله قابلیت اطمینان بالا، تکرارپذیری بالا و سهولت در تحویل بستگی دارد. PLC ها بر اساس این عوامل و هم‌چنین بر اساس نیاز حوزه تولید ایجاد شدند. خودکارسازی صنعتی در عصر جدید در صورت پیشرفت فنی مفید واقع می‌شود و اساسا بر عملکرد انواع ماشین‌ها در صنعت نظارت دارد. رابط انسان و ماشین (HMI)[1] کاربر را قادر می‌سازد تا یک PLC را به موقع مدیریت کند. عملکرد فوق‌العاده گرفته و کاهش هزینه‌ها، از مزایای اصلی استفاده از PLC ها در بخش صنعتی به شمار می‌آیند. PLC ها به شناسایی اشتباهات کمک می‌کنند و هم‌چنین کمبودهای کیفیت را در مراحل اولیه تولید تشخیص می‌دهند و عمدا آن‌ها را خنثی می‌کنند. کنترل

[1] Human–machine interface

متقابل، اسکن اجزا و تطبیق کامل با استفاده از PLC، برخی از مراحل نظارت بر تولید هستند که کیفیت مطلوب را در تولید تضمین می‌کنند.

۳- SCADA (اسکادا)

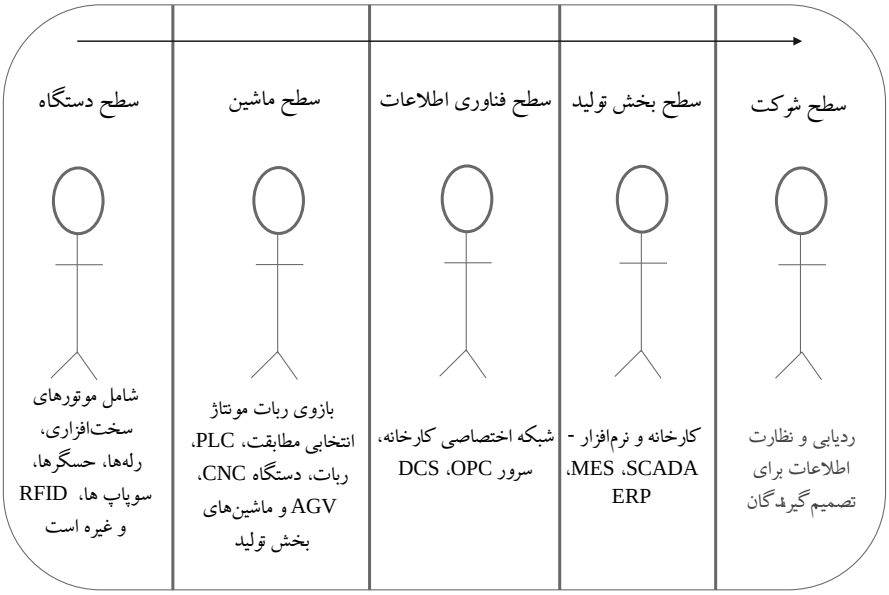
اسکادا یک سیستم کنترل متمرکز خودکار است که هدف آن نظارت و کنترل تمامی سایت‌ها از یک کارخانه صنعتی گرفته تا یک کارخانه تولیدی پیچیده است. سازمان‌های صنعتی شروع به استفاده از رله‌ها و زمان سنج‌ها جهت تداوم کنترل نظارتی و بدون نیاز به فرستادن افراد به مکان‌های دورافتاده برای برقراری ارتباط با ابزارها کردند. افزایش استفاده از ریزپردازنده‌ها و PLC ها توانایی کسب‌وکار را برای نظارت و مدیریت فرآیندهای خودکار افزایش داد. اسکادای امروزی با پذیرش الزامات فناوری اطلاعات و ارتباطات مدرن، امکان دسترسی به موقع به جزئیات کارخانه را از هر نقطه در سراسر شرکت تجاری فراهم می‌کند.
اسکادا به سازمان این امکان را می‌دهد تا به طور دقیق تحقیق کرده و اقدامات لازم را برای شرایط ارزیابی شده پیش‌بینی کند و هر بار آن اقدامات را بلافاصله اجرا کند. سیستم‌های اسکادا از سیستم‌های کنترل توزیع (DCS) سیستم‌های کنترل فرآیند (PCS) PLC و واحدهای پایانه کنترل از راه دور (RTU) استفاده می‌کنند. اسکادا با ارایه اطلاعات مرتبط و جامع تولید به رانندگان و هم‌چنین سازمان، به کاهش اتلاف تولید و افزایش عملکرد کلی کمک می‌کند. اسکادا فهرست‌های قطعات و تولید به هنگام را نظارت کرده و هم‌چنین خودکارسازی صنعتی و رباتیک را کنترل می‌کند. علاوه بر کنترل فرآیند در بخش تولید، کیفیت بالا را نیز تضمین می‌کند.
پرسش رایجی که ممکن است در ذهن تولیدکنندگان کوچک و متوسط که تازه خودکارسازی شده‌اند ایجاد شود، این است که آیا PLC و اسکادا یکسان هستند یا خیر و اینکه چگونه باید در شرکت مورد استفاده قرار گیرند. دو مورد از مهم‌ترین پیشرفت‌های فنی در صنایع تولیدی SCADA و PLC هستند. هر دو فناوری برای ارایه خدمات ضروری با هم کار می‌کنند. PLC یک ابزار فیزیکی است، در حالی که اسکادا یک برنامه نرم‌افزاری است. از آنجایی که اسکادا می‌تواند اطلاعات را از نتایج یک سیستم جمع‌آوری و بررسی کند، بنابراین ساخته شده است تا در محدوده بسیار جامع‌تری کار کند، در حالی که PLC تنها بر روی یک جنبه در سیستم تمرکز می‌کند.

اسکادا به شرکت‌ها کمک می‌کند تا کارایی عملیاتی خود را افزایش دهند؛ اطلاعات بلادرنگ را طوری اصلاح می‌کند که تیم ناظر اطلاعات دقیق و به‌روز برای تصمیم‌گیری هوشمندانه در اختیار داشته باشد؛ عملیات را مدیریت می‌کند، اثربخشی را افزایش داده و اوقات تلف شده را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، این سیستم آگاهی‌های پیشرفته و خدمات موثری را ارایه می‌کند و به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا خسارت را به حداقل برسانند.

۴- ربات‌های صنعتی

فناوری خودکارسازی توسط بسیاری از صنایع پذیرفته شده است. پیشرفت ماشین‌آلات در کنار سایر پیشرفت‌های فناورانه جایگزین کار یدی شد. هم پیشرفت دستگاه‌های کنترل‌شده عددی (NC) و هم محبوبیت روزافزون رایانه، منجر به تولید اولین ربات‌های صنعتی شد. ربات‌ها به بخش مهمی از صنایع تولیدی بزرگ امروزی تبدیل شده‌اند؛ آن‌ها علاوه بر داشتن انعطاف‌پذیری عملیاتی بیشتر، توسط ریزپردازنده کنترل می‌شوند و هوشمندتر هستند. رقبای شرکت‌ها به ربات‌های تجاری بسیار نیاز داشتند؛ بنابراین، ربات چیست؟ به بیان ساده، ربات ماشینی است که قادر به انجام امور ثابت و هم‌چنین پیچیده‌ای است که توسط مهندسان تنظیم می‌شود.

رباتیک صنعتی کیفیت محصول را به میزان قابل توجهی بهبود می‌بخشد و هم‌چنین بخش جدایی ناپذیر تولید معاصر محسوب می‌شود. در رباتیک صنعتی درخواست‌ها با دقت و کارایی انجام می‌شوند. از آنجایی که ماشین‌ها با رسیدگی به وظایف پیچیده‌تر ادامه می‌دهند، تمام مراحل تولید به زودی خودکار شده و توسط ربات‌ها تصرف می‌شوند. اکثر شرکت‌ها (مانند شرکت‌های SME یا OEM) از رباتیک در تاسیسات تولیدی معاصر خود استفاده می‌کنند.



شکل ٤- مراحل خودکارسازی.

ربات‌های صنعتی که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند، ربات‌های بازوی ربات مونتاژ انتخابی مطابقت[1] (اسکارا)، مفصلی، دکارتی، دروازه‌ای و دلتا هستند. ربات‌ها آینده تولید هستند و فرصت‌های بسیاری را در اختیار عرضه‌کنندگان قرار می‌دهند تا بتوانند قیمت‌ها را به حداقل برسانند، تولید را افزایش دهند و مقرون به صرفه باقی بمانند.

نسل اول ربات‌های صنعتی دارای هوش، اختیار و هم‌چنین آزادی عمل محدودی بودند. انسان ممکن است از کار تکراری خود خسته شده و خطا کند. از سوی دیگر، ربات‌ها می‌توانند به دلیل مهارت و درجات بالای یادگیری ماشینی، از انجام چنین اشتباهاتی خودداری کنند. تاثیر خودکارسازی در فرآیند تولید بسیار گسترده بوده و کارایی و موفقیت کل شرکت تولیدی را افزایش می‌دهد. ربات‌ها با انجام کارهای تکراری، ساده‌سازی تنظیمات کلی عملیات و همکاری با انسان‌ها برای تولید محصول، در فرآیند تولید تاثیر بسزایی دارند. حتی شرکت‌های کوچک و متوسط نیز به اهمیت ادغام علم رباتیک در فرآیندهای خود به منظور دست‌یابی به منافع بلندمدت پی برده‌اند.

[1] SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)

۵- نسل چهارم صنعت

استفاده از رایانه و خودکارسازی در صنعت سوم، فرصت‌های جدیدی را برای پیشرفت در اختیار صنایعی قرار داد که دارای سیستم‌های هوشمند و هم‌چنین سیستم‌های خودگردانی هستند که با داده‌ها و یادگیری ماشینی تقویت می‌شوند، چیزی که اکنون به عنوان صنعت چهار یا انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود. در دنیای متصل و هوشمند امروزی، خودکارسازی دیگر نشان‌دهنده ربات‌های مستقلی نیست که مستقل از یکدیگر کار می‌کنند؛ بازارهای صنعتی شاهد روش‌های خودکارسازی بسیار قدرتمندتری هستند که از کلان داده‌ها، اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT) و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها بهره می‌برند. با ادغام نرم‌افزار و سخت‌افزار، تولیدکنندگان می‌توانند بر کل عملیات خود کنترل جامعی داشته باشند.

صنعت چهارم، صنعت سوم را کامپیوتری‌تر می‌کند. هنگامی که رایانه‌ها در صنعت تولید به عنوان بخشی از صنعت سوم معرفی شدند، به‌کارگیری یک فناوری مدرن کاملا جدید برای بسیاری از شرکت‌ها امری آسان نبود. اکنون، در صنعت چهارم، کامپیوترها با یکدیگر در ارتباط هستند و بدون مشارکت انسان و به طور مستقل عمل می‌کنند.

صنعت سوم برای اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل فرآیندها به منظور شناسایی اقدامات اصلاحی لازم جهت بهبود، راه‌هایی را پیدا کرد که مسیر را برای استفاده از ابزارهای آماری بسیار کارآمد، مانند کنترل فرآیند آماری[1](SPC) و هفت ابزار مدیریت کیفیت هموار می‌کرد. این فرآیند شامل جمع‌آوری اطلاعات بود که امکان استفاده از ترفندهای چرخه دمینگ (برنامه، اجرا، کنترل و اقدام) (PDCA) و شش سیگما[2] (تعریف، اندازه‌گیری، تجزیه‌وتحلیل، بهبود و بررسی) را فراهم می‌آورد و می‌توانست به صنایع تولیدی کمک کند تا پیشرفت کرده و تکنیک‌های فعلی خود را بهبود بخشد و هم‌چنین با کمک فناوری‌های صنعت چهارم آن‌ها را تاثیرگزارتر کند.

قدرت واقعی صنعت چهارم در ادغام سیستم‌های فیزیکی سایبری با IIoT نهفته است که تاسیسات تولید هوشمند را به واقعیت تبدیل می‌کند. حتی ماشین‌های هوشمند در حال توسعه که با دسترسی به داده‌ها و

---

[1] Statistical Process Control

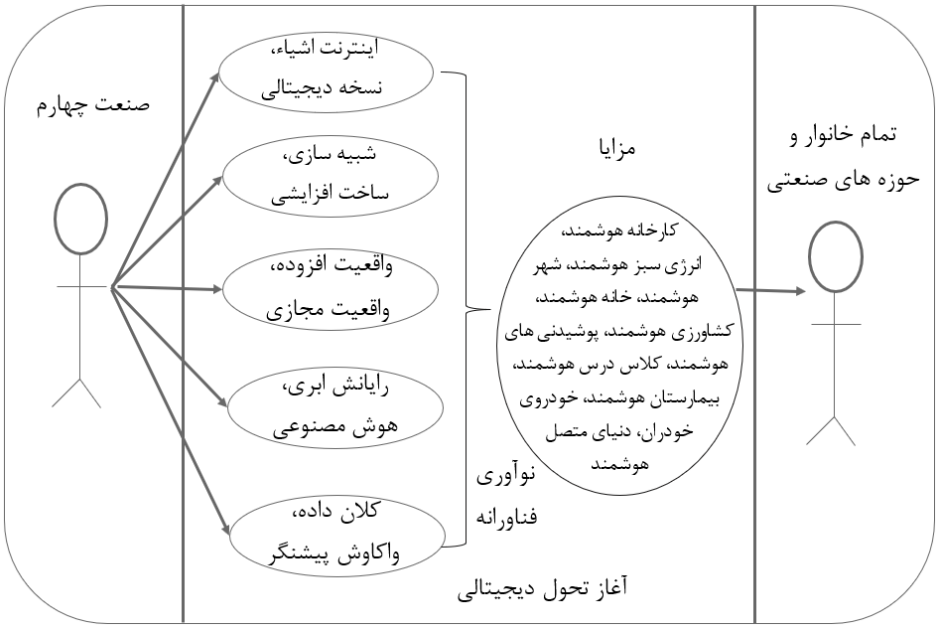
[2] six Sigma : یک متدولولوژی که با ارائه ابزارهایی، شرکتها را قادر می سازد تا فرآیند های خود تواناتر بسازند. این کار باعث بهبود و کاهش نوسانات فرآیند شده و باعث می شود تا در نهایت تعداد معیوبی های فرآیند به تعداد ۳/٤ در میلیون برسد. (مترجم)

سازوکارهای تولید بیشتر هوشمندتر می‌شوند، کارآمدتر خواهند شد. به عبارتی روش‌های فیزیکی سایبری یک صنعت را تغییر می‌دهند تا با استفاده از ارتباط بی‌سیم ارتقا یافته، شرکت تجاری را از دوردست پیگیری و نظارت کند و به طور مستقل تصمیم‌گیری کند، به این ترتیب بعد جدیدی به فرآیند تولید اضافه می‌کند. ماشین‌ها، افراد، فرآیندها و ساختارها در یک چرخه متصل ادغام می‌شوند تا نظارت کلی بسیار قابل اعتمادتر و کارآمدتر شود.

صنعت چهارم علاوه بر افزایش راندمان کلی، با افزایش بازده و استفاده از سرمایه و دارایی، ارزش افزوده جدیدی ایجاد می‌کند. هدف از آن صرفا دست‌یابی به فناوری و سیستم‌های جدید برای ارتقای عملکرد تولید نیست، بلکه تغییر فرآیندی است که طی آن صنعت تولید اداره شده و در سراسر جهان گسترش می‌یابد. دستاورد صنعت چهارم این است که تیم چندتخصصی (CFT) سازمان، دیدگاه‌های اصلاح شده و به روز مربوط به تولید را همراه با فرآیند تجاری و با تحلیل‌های پویاتر به اشتراک می‌گذارد.

صنعت چهار آماده جا افتادن در زمینه تولید است. با درک و هم‌چنین استفاده از فناوری‌های مدرن، صنایع تولیدی می‌توانند به سمت تحول دیجیتال حرکت کنند. این فقط اوج نوآوری فناورانه در زمینه تولید است، اما هم‌چنان به نظر می‌رسد که ماشین‌ها کنترل صنعت را به‌دست می‌گیرند. بدون شک این روش، یک روش پیشرفته در فناوری تولید است که سطح جدیدی از بهینه‌سازی و کارایی را برای تولیدکنندگان تضمین می‌کند.

خودکارسازی در حوزه‌های صنعتی، از استفاده از سیستم‌های پایه هیدرولیک و هم‌چنین پنوماتیک به استفاده از سیستم‌های رباتیک معاصر ارتقا یافته است. به منظور ساده‌سازی سازوکار بخش تولید توسط یک سیستم کنترل خودکار، می‌توان از IoT یا IIoT در سیستم‌های تولیدی استفاده کرد. خودکارسازی فرآیند از کاهش دخالت انسان در سیستم‌ها به جلوگیری از ماده سرطان‌زا و افزایش کارایی و اثربخشی پیشرفت می‌کند. سیستم خودکارسازی بی‌سیم در کنار استفاده از صنعت چهارم و با ادغام موفقیت‌آمیز پیشرفت‌های فنی در گذشته، در انواع مختلف سیستم‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



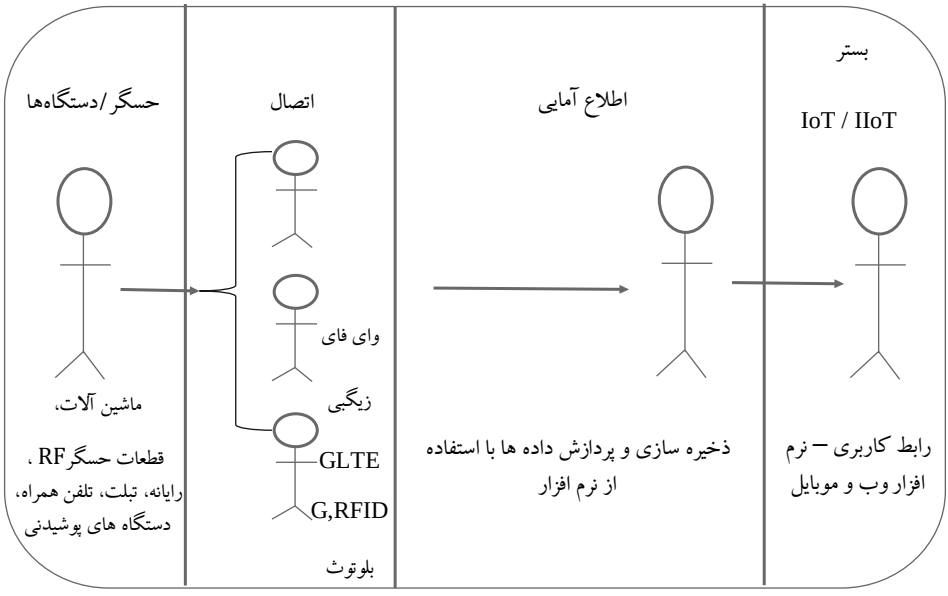
شکل ۵- انقلاب فیزیکی سایبری.

از نظر تولیدکنندگان در سراسر جهان، صنعت چهارم بیانگر یک تغییر اساسی در نحوه اداره صنایع بوده و به اندازه تغییر صنعت اول به صنعت سوم ضروری است. بدون تولید، اقتصاد هر کشوری به طور مطلق دچار لغزش می‌شود و بهبود قابلیت و ترفندهای بهینه برای تولید محصولات به تولیدکنندگان بستگی دارد. فناوری‌های دیجیتال اصلی مرتبط با صنعت چهارم به شرح زیر هستند.

۶- اینترنت اشیاء

گسترش قدرت اینترنت علاوه بر سیستم‌های رایانه‌ای و هم‌چنین دستگاه‌های هوشمند به مجموعه‌ای از اشیاء، فرآیندها و امکانات، تاثیر بسزایی بر حوزه صنعت و تجارت گذاشت. هنگامی که یک شیء فیزیکی به شبکه پیوند داده می‌شود، به این معنی است که می‌تواند جزئیات را ارسال یا دریافت کند و یا هر دو را همزمان انجام دهد. قابلیت ارسال و یا دریافت اطلاعات، پدیده‌ها را عاقلانه‌تر و هوشمندتر می‌کند. به طور کلی، اینترنت اشیا (IoT) شبکه‌ای از پدیده‌های منحصر به فرد و شاخص است که بدون تعامل انسانی با یکدیگر تعامل داشته و به طور کلی از همبندی IP استفاده می‌کنند. ریشه معنایی این عبارت از چند کلمه تشکیل شده است: Internet و هم‌چنین Thing که در آن Internet را می‌توان به عنوان «شبکه جهانی در شبکه محلی به هم پیوسته، بر پایه فرآیند تعاملی و متداول، مجموعه اینترنتی (مجموعه قرارداد اینترنتی یعنی پروتکل کنترل انتقال/پروتکل اینترنت TCP/IP)» مشخص کرد، در حالی که Thing چیزی است که دقیقا قابل تشخیص نیست.

یکی از بهترین نمونه‌های اینترنت اشیا، مدیریت از راه دور روشن/خاموش کردن چراغ‌ها و هم‌چنین نظارت میزان آب موجود در مخزن سقفی با استفاده از تلفن همراه هوشمند و بدون حضور فیزیکی است.



شکل ٦- عملکرد اینترنت اشیا.

به طور خلاصه، IOT شبکه‌ای بین دستگاه‌های فیزیکی، دستگاه‌های متصل و هم‌چنین ابزارهای هوشمند، ساختمان‌ها و محصولات دیگر است که با الکترونیک، نرم‌افزار، حسگرها، محرک‌ها و هم‌چنین اتصال شبکه به هم نصب شده‌اند و امکان جمع‌آوری و تبادل داده‌ها را فراهم می‌کنند. ایده گنجاندن حسگرها و هوش به اجسام ضروری و اولیه در دهه ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که نوآوری آماده ارایه نبود و دستگاه فروش خودکار اینترنتی مورد توجه قرار نگرفت، بنابراین پیشرفت‌های آنچنانی رخ نداد. پیش از اینکه اتصال میلیاردها ابزار در نهایت مقرون به صرفه شود، نیاز به پردازنده‌های ارزان و مقرون به صرفه و تقریبا تجدیدناپذیر بود. اجرای سامانه شناسایی از طریق فرکانس رادیویی (RFID) که تراشه‌های کم‌مصرف بی‌سیم را برچسب‌گذاری می‌کند، علاوه بر افزایش دسترسی به پهنای باند همراه با شبکه‌های بی‌سیم، چندین مشکل را حل کرد. هم‌چنین استفاده از IPv6 که باید برای هر دستگاه در سراسر جهان به اندازه کافی آدرس IP ارایه دهد، یک گام ضروری در زمینه اینترنت اشیا است.

۷- اینترنت اشیاء صنعتی

دلیل اینکه اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT) در صنعت رایج شده است این است که دیجیتالی شدن به اولویت اول شرکت‌های تولیدی تبدیل شده است؛ بنابراین، IIoT زیرمجموعه‌ای از IoT است که شامل نرم‌افزارهای مربوط به مصرف‌کننده مانند دستگاه‌های پوشیدنی، کارخانه هوشمند، وسایل نقلیه خودران و ربات‌ها می‌شود. حسگرهای تعبیه شده در ماشین‌های بخش تولید، داده‌ها را از طریق شبکه داخلی منتقل می‌کنند و برنامه‌های نرم‌افزاری هستند که مشخصه IoT هستند. IIoT در حال تغییر روشی است که شرکت‌های صنعتی روزانه با ترکیب تعامل ماشین با ماشین و تجزیه‌وتحلیل آنی اطلاعات بزرگ به‌کار می‌گیرند، هم‌چنین IIoTمی‌تواند به شرکت‌ها کمک کند تا با ارزیابی اطلاعات حاصل از حسگرها، رویه‌های سازمانی خود را بسیار بهتر شناخته، فرآیندها را کارآمدتر کرده و از جریان‌های درآمدی جدید استقبال کنند. فضای IIoT فضایی است که افراد، نرم‌افزارها و دستگاه‌ها به هم متصل می‌شوند. به همین دلیل است که بیشتر خدمات صنعتی بزرگ دارای اینترنت اشیاء بر پایه یک سیستم صنعتی اصلی دارای اینترنت اشیاء هستند که می‌تواند شبکه تجاری اینترنت اشیاء و هم‌چنین جاری‌سازی داده توسط آن را از هر لحاظ مدیریت کند.

وجه تمایز بین IoT و IIoT به نرم‌افزار تجاری بستگی دارد. اینترنت اشیاء صنعتی امکان نوسازی سریع برای اثربخشی و کارایی عملیاتی، کنترل فوری موجودی انبار و صرفه‌جویی قابل توجه در هزینه را فراهم می‌کند و علاوه بر ارزیابی اطلاعات جزئی‌تر حاصل از حسگرهای مرتبط، بر گردآوری فوری متمرکز می‌شود. عناصر اصلی مورد نیاز در سیستم IIoT به شرح زیر است:

۱. سخت افزار
۲. نرم افزار
۳. واحد پردازش
٤. ابر
٥. بستر IIoT، نرم افزارهای سیستمی، نرم افزارهای موبایلی

شرکت‌های تولیدی مشتاق پیاده‌سازی کارخانه هوشمند، نسل چهارم صنعت و IIoT هستند تا از مزایایی مانند به حداقل رساندن هزینه‌های عملیاتی، دسترسی بهتر، کنترل و اثربخشی عملیاتی برخوردار شوند. این مزایا را می‌توان به روش‌های مختلفی به‌دست آورد که یکی از این روش‌ها استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده با توجه به عوامل موثر بر کاهش ضایعات و زمان از کار افتادگی در خط تولید است. استفاده از فناوری IoTدر زمینه تولید، یک عنصر حیاتی در تحول دیجیتال محسوب می‌شود. از آنجایی که بازار بین‌المللی تولیدکنندگان را به سوی ارزیابی مجدد عملیات خود سوق می‌دهد، بنابراین علاوه بر تولید هوشمند، تجزیه‌وتحلیل داده مبتنی بر IIoT نیز امری ضروری است. تبدیل دیجیتالی یک روش تولید معمول به یک مرکز تولید هوشمند، مطمئنا برای شرکت‌های تولیدی در هر اندازه‌ای سودمند خواهد بود.

شکل ۷- مقایسه IoT در مقابل IIoT.

۸- چاپ سه بعدی

تولید افزایشی (AM) همان فناوری چاپ سه بعدی است که مطابق با طرحی که از طریق یک فایل CAD ساخته شده است، از برنامه مدل‌سازی سه بعدی استفاده می‌کند و با افزودن پی در پی مواد به‌صورت لایه به لایه اشیاء و اجسام سه بعدی می‌سازد. AM در ابتدا برای نمونه‌سازی سریع، یعنی برای ساختن نمونه‌های اولیه بصری و مفید استفاده می‌شد. این فناوری هم‌چنین می‌تواند به طور قابل توجهی روند توسعه محصول را تسریع کند. چاپ سه بعدی یک مدل را در ظرفی حاوی نشاسته یا گچ می‌سازد. سر چاپگر جوهر افشان برای ایجاد یک لایه، از مقداری چسب استفاده می‌کند. پس از استفاده از چسب، با استفاده از چسب بیشتر با لایه جدیدی از پودر لایه قبلی را اصلاح می‌کند. این عمل تا زمانی تکرار می‌شود که مدل کامل شود. از آنجایی که مدل توسط پودر نرم‌شده منسجم می‌ماند، نیازی به تکیه‌گاه یا پایه وجود ندارد. علاوه بر این، این تنها فرآیندی است که می‌توان رنگ‌ها را توسط آن ایجاد کرد.

AM امکانات جدیدی را در اختیار بازارهای چالش برانگیز مانند مراقبت‌های بهداشتی، خودرو، حوزه‌های هوافضا، کالاهای مصرفی و تولید تجاری قرار می‌دهد. چارت سازمانی تولید بر حسب نیاز به چاپ سه بعدی، بر هزینه تحویل و هم‌چنین توانایی تولید سریع قطعات بیشتر، در زمان تولید بیشتر و هم‌چنین اختلالات بسیار کمتر در فرآیند تولید در صورت نیاز نیاز تاکید دارد.

طراحی برای تولید (DFM) اغلب نشان می‌دهد که طراحان باید طرح‌های خود را مطابق با محدودیت‌های مربوط به روش‌های تولید سنتی شخصی‌سازی کنند تا از صحت طراحی اطمینان حاصل کنند. با این وجود، این امر ممکن است محدودیت‌ها و مشکلاتی را در انعطاف‌پذیری نوآورانه طراحان در توسعه محصول جدید ایجاد کند. ترفندهای تولید سنتی می‌توانند طیف شگفت‌انگیزی از طرح‌ها را تولید کنند؛ با این وجود، چاپ سه بعدی، فرآیند تولید را به سوی مرحله بعدی سوق می‌دهد. یکی از بزرگ‌ترین مزایای این فناوری مدرن معاصر، مجموعه بیشتری از الگوها و اشکال است که هم‌چنان می‌توانند توسعه یابند.

۹- واقعیت افزوده

فناوری واقعیت افزوده (AR)، با کمک فناوری مدرن، دنیای فیزیکی اطراف ما را بهبود می‌بخشد. نوآوری به کمک اشیاء آنلاین، اطلاعات را به صورت بی درنگ در پیرامون دنیای واقعی اضافه می‌کند، از محیط قبلی استفاده کرده و اطلاعاتی را در اختیار آن قرار می‌دهد تا یک محیط مصنوعی جدید بسازد. اطلاعات و عکس‌های دیجیتال را به دنیای واقعی اضافه می‌کند و تعهد می‌دهد که با کمک قابلیت‌های متمایز انسانی خلاء را پر کرده و اولین‌ها را عرضه کند. نرم‌افزارهای AR توسط تلفن‌های همراه ارایه می‌شوند، اما با گسترش تدریجی به ابزارهای پوشیدنی بدون دخالت دست مانند نمایشگرهای قابل نصب بر روی سر و هم‌چنین عینک‌های هوشمند توسعه می‌یابند.

استفاده از فناوری AR به منظور نگهداری و تعمیر از راه دور، به هر کارمندی که دارای این دستگاه است این امکان را می‌دهد تا توسط یک متخصص مستقر در محل خود، در مورد نقص دستگاه موجود در محیط تولید راهنمایی شود. هدست واقعیت ترکیبی هولولنز مایکروسافت[1] که ترکیبی از فناوری AR و فناوری مدرن واقعیت مجازی است، قبلا توسط تولیدکنندگان معدودی استفاده شده است.

[1] Microsoft's HoloLens

ایمنی همواره در صنعت تولید یک دغدغه بوده است. در تولید، می‌توان از فناوری مدرن برای بررسی بسیاری از تغییرات، تشخیص مسائل کاری پرخطر یا حتی تجسم محصول نهایی استفاده کرد. ابزارهای پوشیدنی AR به منظور تولید کارگرانی برای محیط تولید، فرآیند مونتاژ و هم‌چنین دستورالعمل‌های اصلاح را در بر گرفته و کتاب‌های راهنمای سنتی، کتاب‌های آشپزی و روش‌های آموزشی را با سرعت بیشتری تکمیل می‌کنند. AR قطعا مقوله تولید را دوباره خواهد نوشت و کسب‌وکارها برای دیده شدن باید فاکتورهای مهمی را به آن عرضه کنند.

۱۰- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در زمینه تولید، به جای کنترل فرآیند، بر گردآوری و ارزیابی اطلاعات متمرکز است. داده‌های حاصل از منابع نامحدود مانند ERP، MES و ماشین‌ها را می‌توان جمع‌آوری کرده و به هم ربط داد تا فرصت‌های بهبود تشخیص داده شود. بهبود محصول با کیفیت با به حداقل رساندن تنوع فرآیند، همیشه به داده‌ها بستگی داشته است. کاهش خطرات عملکردی و هم‌چنین بهبود عملکرد خدمات با استفاده از تجزیه‌وتحلیل داده‌های پیشرفته مانند تجزیه‌وتحلیل آماری، تجزیه‌وتحلیل قدرت پیش‌بینی و غیره موارد بسیار مهمی هستند که در حال حاضر در زمینه تولید متصل هوشمند باید درنظر گرفته شوند.

بنابراین، تجزیه‌وتحلیل داده چیست؟ به نحوه جمع‌آوری بینش از طریق تجزیه راندمان گذشته و هم‌چنین اطلاعات گفته می‌شود تا اطمینان حاصل شود که می‌توان گام بعدی آگاهانه تعیین کرده و برداشت. به بیان دیگر، فرآیندی است که با استفاده از روش‌های کمی و کیفی، به استخراج بینش و اطلاعات ارزشمند از داده‌ها اشاره می‌کند. یکی از مثال‌های ساده در این زمینه، استفاده از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها توسط سایت Amazon.comاست که از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده می‌کند تا با توجه به کالایی که مشتری قبلا خریداری کرده است، بهترین کالا را پیشنهاد کند.

با تجزیه‌وتحلیل SPC یا همان کنترل فرآیند آماری، از قابلیت افزایش کیفیت محصول و بهبود کارایی و اثربخشی فرآیند استفاده می‌شود، چیزی که هر سازمان تولیدی خواستار آن است. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در عملیات تولید را نمی‌توان نادیده گرفت. SPC شاه‌کلید تضمین کیفیت در فرآیند تولید است. تامین‌کنندگان طی سالیان سال از دستگاه‌های آماری برای تحقیق در مورد داده‌های قبلی استفاده می‌کردند تا جزئیات مربوط به تفاوت‌های ویژه بین موارد مشابه را نشان دهند؛ به عنوان مثال: تغییرات، آیتم‌ها، دستگاه‌ها، رویه‌ها،

کارخانه‌ها، بخش وسیعی از کدها و موارد دیگر. هنگام ارزیابی فرآیندها، مقایسه علل رایج به همراه علل ریشه‌ای خاص انواع مختلف آن امری بسیار ضروری است. علت این تغییرات نشان‌دهنده اصلاح فرآیندی است که نیاز به بررسی دارد.

پیش‌بینی دقیق تقاضا برای تولیدکنندگان بسیار حائز اهمیت است. تجزیه‌وتحلیل تقاضا در لحظه کارایی ندارد زیرا شرکت‌ها باید زودتر از موعد در مورد تقاضا تصمیم بگیرند و یک چرخه کامل تولید را تکمیل کرده و محصول نهایی را به مشتریان تحویل دهند. با تحلیل آینده‌نگر، نه تنها می‌توان کیفیت تولید، ابزار بازگشت سرمایه و اثربخشی کلی تجهیزات (OEE) را افزایش داد، بلکه می‌توان برای مایحتاج مختلف در تجارت آماده شد، از رقبا پیشی گرفت و ایمنی مصرف‌کننده را تضمین کرد.

در سرمایه‌گذاری‌های تولید، متخصصان، تیم‌های برتر عملیاتی و هم‌چنین طراحان بسیار باهوشی وجود دارند که قادر به درک دقیق فرآیند تولید هستند، اما برای استخراج ارزش اطلاعات به ابزارهای منطقی ساده و طبیعی نیاز دارند. مسیر ارایه مشاغل تولیدی مبتنی بر داده‌های تاثیرگذار، مملو از موانع و اشتباهات احتمالی است. با تشویق طراحان فرآیند توسط ابزارهای تحلیلی پیشرفته، مشکلات بیشتری را در زمینه تولید می‌توان با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات ارزیابی کرد. تقویت داده‌های بزرگ، یادگیری ماشین، رباتیک، AI و IIoT صنعت و شرکت را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۱۱- شبیه‌سازی

شبیه‌سازی در حوزه‌های صنعتی به بخشی از فرآیند NPD تبدیل شده است که امکان کشف و هم‌چنین آزمایش یک محصول، قطعه یا کارکرد سیستم کامل را در یک محیط مجازی فراهم می‌کند. شبیه‌سازی هم با صنعت سیستم کامپیوتری و هم با فرآیندهای طراحی محصول ارتباط نزدیکی برقرار کرده و هم‌چنین یک ابزار ارزیابی ارزان، ایمن و پرسرعت فراهم می‌کند. تحلیل اجزای محدود (FEA)، شبیه‌سازی یک احساس فیزیکی با استفاده از یک روش عددی و حسابی است که روش اجزای محدود (FEM) نامیده می‌شود. پیشرفت در محاسبات، زبان برنامه‌نویسی مدرن، ابزارهای تصویرسازی و گرافیک در واقع تاثیر قابل توجهی در توسعه نوآوری شبیه‌سازی داشته است. امروزه از فناوری شبیه‌سازی فوری در بخش‌های مختلف صنعتی مانند تولید، انرژی، سیستم نیروگاهی، محصولات صنعتی، دریچه‌ها، پمپ‌ها، خودروسازی و هوافضا استفاده می‌شود. اثبات شده است که در طراحی و اعتبارسنجی محصول، استفاده از فنون شبیه‌سازی در

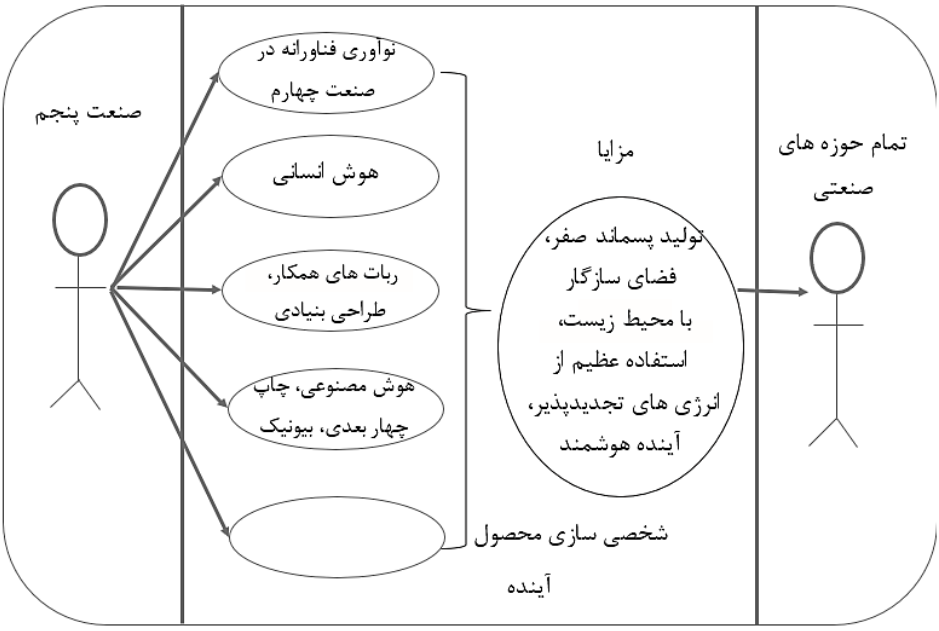
ساخت و ساز کارگاه مانند نصب مراکز تولید جدید، خط مونتاژ و هم‌چنین رویه‌ها مزایای بسیاری را به همراه دارد.

شبیه‌سازی به گروه طراحی محصول کمک می‌کند و به واسطه آن انواع مختلف نسخه‌های دیجیتال توسعه و بررسی می‌شود و شبیه‌سازی را به بخش مهمی از فرآیند طراحی تبدیل می‌کند. یکی دیگر از مزایای شبیه‌سازی امکان انجام غربالگری از راه دور و از هر نقطه از جهان است که در طی بیماری فراگیر کووید ۱۹ یک موهبت به شمار می‌رود. فناوری شبیه‌سازی، به دلیل توانمندسازی فناوری نسل چهارم صنعت در تصمیم‌گیری، طراحی و هم‌چنین شیوه انجام کار، پوشش دادن کل چرخه حیات یک سیستم تولید و هم‌چنین زمینه‌سازی برای توسعه و پیاده‌سازی نسل پنجم صنعت به منظور افزایش اثربخشی، امنیت و الزامات زیست‌محیطی به یک ضرورت تبدیل شده است. شبیه‌سازی تنها راه تسلط به پیچیدگی طراحی یک محصول مدرن در کنترل و استفاده موفقیت‌آمیز از امکانات ارایه شده توسط یک فناوری سریعا پیاده‌سازی شده است. شبیه‌سازی با کمک AM، باعث می‌شود که عنصر نهایی نه تنها بهترین شکل ممکن را داشته باشد، بلکه بتواند به شکلی خاص، مقرون‌به‌صرفه و با ثبات بالا تولید شود. نسخه‌های شبیه‌سازی شده حاصل از نسخه دیجیتال می‌توانند اطلاعات مهم دیگری از محصول مانند بایدها و نبایدها برای کارایی بهتر، پیش‌بینی نقص‌های مهم و تامین مایحتاج ارایه دهند.

۱۲- نسل پنجم صنعت

آینده صنایع به پیشرفت بستگی دارد. صنعت چهارم هنوز هم محبوب‌ترین فناوری نزد تولید کنندگان است. تولیدکنندگان شرکت‌های کوچک و متوسط کم و بیش به صنعت سوم و صنعت چهارم ملحق شده و مشتاق هستند تا پیشرفت‌های فناورانه بیشتری را تجربه کنند. پیشرفت پرشور و چشمگیر حوزه‌های هوش مصنوعی، رباتیک، ML، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در میان سایر فناوری‌ها، باعث تولد پنجمین انقلاب صنعتی یا صنعت پنجم می‌شود. این انقلاب یک انقلاب در هوش مصنوعی با پتانسیل محاسبات کوانتومی است که انسان‌ها، فرآیند، ماشین‌ها را در محل کار بهم نزدیک می‌کند. فناوری رباتیک ضروری‌تر می‌شود چرا که زین پس با پیشرفت هوش مصنوعی می‌توان آن را با ذهن انسان جفت کرد. نیاز شدید به افزایش بهره‌وری و عدم حذف کارکنان انسانی از صنعت تولید، وضعیت اقتصادی صنعت جهانی را به چالش می‌کشاند. در دوره پنجم

انسان‌ها و ماشین‌ها با ادغام فرآیندها با سیستم‌های هوشمند به منظور بهره‌برداری بهتر از قدرت ذهنی و خلاقیت انسان و بهبود عملکرد فرآیند با همکاری می‌کنند.



شکل ۸- آینده اقتصاد صنعتی.

در نسل پنجم صنعت خودکارسازی هوشمند، ابزارها و سیستم‌ها در محیط کار ادغام می‌شوند تا تعامل بین افراد، فرآیندها، ربات‌ها و ماشین‌های کارگاه افزایش یابد. این امر به کارمندان ماهر در بهبود عملکرد دستگاه‌های هوشمند و ربات‌ها کمک بسزایی می‌کند. اقتصاد و محیط‌زیست ممکن است به دلیل کاهش تولید پسماند به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار بگیرند، زیرا شرکت‌های تولیدی تولید پسماند را به حداقل رسانده و در نتیجه باعث کاهش هزینه‌های مدیریت مواد و پسماند می‌شوند. در خصوص محیط اجتماعی، مطمئنا بیشتر بر جنبه انسانی تولید تاکید خواهد شد، در حالی که صنعت چهارم فقط بر نوآوری فناورانه متمرکز است.

یکی از نمونه‌های واقعی توسط گروه شرکتی FANUC[۱]، یک تجارت رباتیک ژاپنی، در تولید چراغ خاموش یا کارخانه‌های تاریک استفاده می‌شود که با سامانه‌های کاملا خودکار می‌توانند در تاریکی بدون دخالت انسان کار کنند.

اتصال دنیای مجازی و فیزیکی معیار اصلی تولیدکنندگان برای بررسی داده‌ها، پیگیری فرآیند تولید، مدیریت ریسک‌ها و کاهش مدت ازکار افتادگی است که همه با شبیه‌سازی و با ظهور نسخه‌های دیجیتال به‌دست می‌آیند. در حال حاضر می‌توان با استفاده از نوآوری‌های فعلی در مدیریت کلان داده‌ها و سامانه هوش مصنوعی، الگوهای هوشمندانه تری ایجاد کرد که شرایط عملیاتی مختلف و هم‌چنین ویژگی‌های یک فرآیند را به تصویر می‌کشد. نسخه‌های دیجیتال علیرغم اینکه نشان‌دهنده غیرقابل پیش‌بینی بودن فرآیند هستند، با کاهش اتلاف و با همکاری با سامانه، فرصت‌های بسیار زیادی را ارایه می‌دهند. صنعت پنجم چالش‌های بی‌نظیری را در زمینه تعامل انسان با ماشین به همراه خواهد داشت، زیرا در این دوره ماشین‌ها بیشتر از قبل به زندگی روزمره انسان وارد خواهند شد.

صنعت پنجم از نوآوری‌های صنعت چهارم استفاده خواهد کرد. با پیدایش نوآوری‌های جدید و با قرار دادن انسان‌ها در مرکز تولید صنعتی، دستگاه‌ها می‌توانند با کمک کوبات‌ها، وظایف خود را انجام دهند. صنعت پنجم علاوه بر خدمت به بشریت، اقداماتی هدفمندتر از قبل را در پیش خواهد گرفت و به ابعاد بالاتری صعود خواهد کرد.

۱۳- ربات‌های همکار

ربات‌های همکار یا کوبات‌ها (cobot) شکل جدید ماشین‌های تولید هستند که برای همکاری با انسان‌ها طراحی شده‌اند. کوبات‌ها شاهد توسعه سریع بازار در زمینه خودکارسازی صنعتی هستند. این ماشین‌ها به منظور عملکرد بی عیب و نقص، به کمک کارگران انسانی ایجاد شده‌اند. برخلاف ربات‌های صنعتی سنتی که ممکن است به انسان آسیب برساند، ربات‌های همکار از فناوری زیبایی‌شناسی پیشرفته استفاده می‌کنند و با حسگرهای پیشرفته‌ای که به آن‌ها امکان شناسایی افراد و تغییر عملکرد خود را می‌دهد، تجهیز شده‌اند. یکی از بزرگ‌ترین عملکردهای اثبات بی‌خطر کوبات‌ها، مفاصل دارای محدودیت در شدت نیروی وارده

[۱] فانوک بزرگ‌ترین شرکت سازنده ربات‌های صنعتی در جهان است.

است که در اثر ضربه به سرعت واکنش نشان می‌دهد. کوبات‌ها به دلیل هزینه، تطبیق‌پذیری و انعطاف‌پذیری برای شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط بسیار مفید هستند.

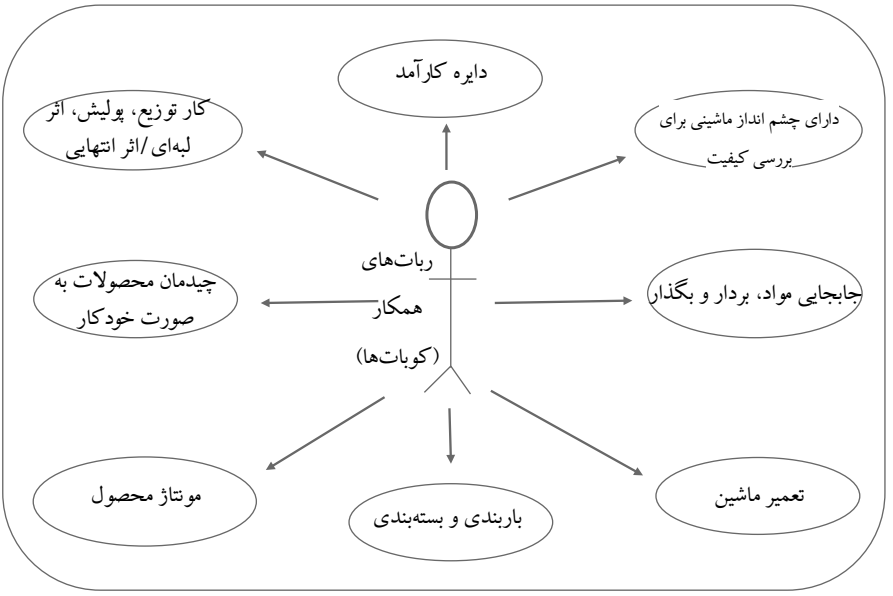
دلیل محبوبیت کوبات‌ها این است که حسگرها و فناوری رایانه‌ای به قدری ارزان شده‌اند که هزینه ربات‌ها نیز در پی آن کاهش یافته است. هم‌چنین آموزش و به‌کارگیری کوبات‌ها نسبت به ربات‌های صنعتی عظیم آسان‌تر است. کوبات‌ها را می‌توان در هر فرآیند تولید صنعتی از ساخت و بسته‌بندی محصول گرفته تا ماشینکاری CNC، قالب‌گیری، آزمایش، تضمین کیفیت و غیره استفاده کرد. کوبات‌ها جایگزین کارمندان انسانی نخواهند شد، بلکه در انجام کارهای تکراری با هم همکاری کرده و امکان پیگیری وظایف دیگر را به کارگران خواهد داد. اجازه دهید نگاهی گذرا به روند تکامل کوبات‌ها بیندازیم.

در اوایل دهه ۱۹۸۰، ربات‌ها درواقع ماشین‌های آینده محسوب می‌شدند. تولیدکنندگان با ترکیب حسگرهای پیشرفته و سیستم‌های دید ماشینی اولیه به منظور تداوم رشد صنعت و رقابت بیشتر در تولید، مرزها را جابجا کردند؛ مانند تمام فن‌آوری‌های پیشرفته و مدرن، کوبات‌ها نیز در ابتدا با تردید قابل توجهی در صنعت تولید مواجه شدند؛ یکی از این مشکلات، نیاز به مهارت و ایمنی بالا بود. در اوایل دهه ۲۰۰۰، رباتیک صنعتی تا حد زیادی توسط نوآوری در نرم‌افزارهای کاربردی و رشته‌های نوظهور مانند ML و AI رشد کرد. این امر باعث شد که ربات‌ها از حد توانایی خود فراتر رفته و قابلیت درک، رشد و ترقی، تصمیم‌گیری سریع برای پیشگیری از مشکلات احتمالی بدون توقف تولید، با سرعت بالا و بدون دخالت انسان داشته باشند. اولین کوبات‌هایی که نیاز به قفس ایمنی یا حصار ایمنی نداشتند و قادر بودند با اطمینان در کنار کارمندان فعالیت کنند، توسط شرکت یونیورسال رباتس[1] (Universal Robots) در سال ۲۰۰۸ معرفی شدند. این ماشین‌های توسعه‌یافته دارای کاربردهای مختلف، هم‌چنان نیازمند الزامات ایمنی خاصی هستند که در الزامات و صلاحیت‌های ایمنی سازمان ISO (ISO 10218) توضیح داده شده است. به دلیل کاهش قابل توجه هزینه‌ها، کوبات‌ها یک گزینه خودکارسازی سودآور برای تولیدکنندگان کوچک و متوسط بودند. علاوه بر این، کوبات‌ها همه هنجارهای رباتیک صنعتی را شکستند و در نتیجه توجه گسترده‌ای را در صنعت تولید به خود جلب کردند.

---

[1] یونیورسال روباتس (انگلیسی Universal Robots) شرکت الکترونیک دانمارکی است که در سال ۲۰۰۵ تأسیس شد. (مترجم)

تولیدکنندگان به شدت به امکانات انعطاف‌پذیر، تضمین کیفیت و سیستم‌های ارزیابی مبتنی بر کوبات نیاز دارند که بتوانند در کوتاه‌ترین زمان ممکن در بین محصولات نهایی مختلف تغییر کرده و در نهایت، به ویژه برای تولیدکنندگانی که هدفشان برآورده کردن نیازهایی مانند کنترل کیفیت در عملیات تولید با تنوع بالا و حجم کم است، مورد توجه قرار بگیرند. تولیدکننده بایستی ابتدا در خصوص تشخیص نیازهای تجاری خود، کسب مهارت در سرمایه‌گذاری و هم‌چنین درک نوآوری مورد نظر خود تحقیقات لازم را انجام دهد. کوبات‌ها از نوآوری‌های هوشمند دارای برنامه‌های قابل دانلود استفاده می‌کنند و این امکان را به افراد کم‌تجربه یا بدون‌تجربه می‌دهند تا به راحتی و فقط با چند ضربه، از تبلت، رایانه یا هر دستگاه هوشمند دیگری بتوانند دستورات مدنظر را در ربات خود وارد کنند. با تداوم در افزایش ارزش بازار، کوبات‌ها ممکن است به زودی به یک عنصر اصلی در محیط تولید در تمام حوزه‌های صنعتی تبدیل شوند.



شکل ۹- کاربردهای کوبات.

۱۴- هوش مصنوعی

هوش مصنوعی قابلیت انجام امورات توسط یک ماشین را فراهم کرده و بدون دخالت انسان و با کمک ابزارها و هم‌چنین ترفندهای خاص توانایی به عمل رساندن وظایف را به ماشین می‌دهد و به این ترتیب از زحمت نیروی انسانی می‌کاهد. هوش مصنوعی یک فناوری مدرن است که می‌تواند به بسیاری از فعالیت‌های تجاری یا فردی که نیاز به تصمیم‌گیری، استدلال پیچیده و دانش دارند، پاسخ دهد. هوش مصنوعی یک فناوری توسعه‌یافته و پایدار در اقتصاد صنعتی آینده است. هوش مصنوعی نسخه شبیه‌سازی شده دانش کاملا طبیعی در یک ماشین‌هایی است که برای درک و تقلید رفتارهای انسانی پیکربندی شده‌اند. امروزه سامانه‌های هوش مصنوعی عمدتا از شبکه‌های عصبی تشکیل شده‌اند که با یادگیری ماشینی و هم‌چنین یادگیری عمیق آموزش داده می‌شوند. این سامانه‌ها برای ایفای نقش خود، ابتدا باید عملا درک لازم را کسب کنند. اینکه اطلاعات لازم تصاویر باشند یا متون، زبان و یا هر نوع داده‌ای فرقی نمی‌کند. چیزی که بسیار حائز اهمیت است این است که بایگانی داده‌های آموزشی به صورت دیجیتالی اصلاح شود. هوش مصنوعی بسیار پیشروی کرده و گسترش یافته است؛ عرضه‌کنندگان نرم افزارهای کاربردی مشهور، به منظور ایجاد بسترهای جایگزین و هم‌چنین امکانات بیشتر جهت خودکارسازی بهتر زمینه‌های هوش تجاری و روش‌های تحلیلی، برنامه‌های نرم افزاری سنتی را توسعه داده و موفقیت بزرگی را کسب کرده‌اند.

انقلاب‌های صنعتی، نوآوری‌های فناورانه بسیاری را به‌وجود آورده و راه را برای تحول دیجیتال در حوزه‌های مختلف صنعتی باز کردند. از آنجایی که داده‌های حاصل از ماشین‌های موجود در کارگاه، راهنمای خوبی برای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین هستند، بنابراین عوامل مختلفی می‌تواند فرآیند تولید را تحت تاثیر قرار دهد. به روزترین و مدرن‌ترین اصطلاح در میان سرمایه‌گذاران فناوری در بخش‌های مختلف صنعتی، تحول صنعتی ناشی از هوش مصنوعی است. در محیط تولید، نسخه‌های دیجیتالی داده‌های مربوط به برخی تجهیزات و تمام ماشین‌آلات و قطعات وجود دارد. به دلیل تغییر مسیر به سمت شخصی‌سازی تقاضای مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان باید از نسخه‌های دیجیتال برای ایجاد تغییرات متعدد در محصول نهایی استفاده کنند. هوش مصنوعی به گروه‌های تعمیر و نگهداری از ابزارها کمک می‌کند تا با ارزیابی داده‌های حسگر متصل به ماشین‌های کارگاه، خرابی‌ها و حوادث احتمالی را شناسایی کنند. ربات‌های صنعتی علاوه بر آموزش خود در زمینه استفاده بهینه از هوش مصنوعی، صحت و عملکرد خود را نیز بررسی می‌کنند. کوبات‌ها برای این که بتوانند با اطمینان در کنار کارگران انسانی فعالیت کنند از دید ماشینی استفاده می‌کنند.

گوگل برای افزایش عملکرد انرژی، از هوش مصنوعی در مراکز داده خود استفاده می‌کند. هوش مصنوعی روند تولید را با به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی آن تغییر می‌دهد. ربات سخنگو[1] یا چت بات، یک برنامه جانبی هوشمند است که در اکثر درگاه‌های اینترنتی کسب‌وکارهای آنلاین وجود دارد و در حال حاضر از دستگاه واقعیت افزوده نیز استفاده می‌کند. ربات سخنگو برای ارزیابی جعبه متنی در تحقیقات از NLP استفاده می‌کند و به منظور اشتراک‌گذاری نظرات و بینش‌ها ارزیابی‌هایی را انجام می‌دهد که در نتیجه آن رضایت و اثربخشی مشتری را افزایش می‌دهد. هوش مصنوعی در حوزه رسانه بر اساس اطلاعات و دانش پزشکی قبلی، به کشف داروهای جدید کمک می‌کند؛ هم‌چنین منجر به کاهش هزینه تحقیق و توسعه شده و نتایج و عملکرد بهتری را ارایه می‌دهد. هوش مصنوعی با یکپارچه‌سازی اطلاعات سازمان خوراک و دارو (FDA) و با جایگزینی داروهای مورد تایید یا رد شده بازار توسط سازمان FDA، به تحول در فرآیند کشف دارو کمک می‌کند.

ربات‌های سخنگوی هوشمند جهت بهبود ارایه جزئیات شرکت در صفحه وب رسمی. استفاده از هوش مصنوعی برای SME ها بسیار اهمیت خواهد داشت. با این حال، مالک کسب‌وکار بایستی هدف آینده خود را مشخص کرده و علاوه بر این آماده باشد تا با به روزترین نوآوری‌های مدرن، قله بعدی را فتح کند. هوش مصنوعی به تیم NPD در سازمان‌های تولیدی کمک می‌کند تا محصولات را با استفاده از رویکرد طراحی خلاقانه تولید کنند. فناوری ابزاری را که طراحان محصول در طراحی محصولات هوشمند آینده از آن استفاده می‌کنند، تغییر می‌دهد. یک طراح هدف طراحی را مستقیما در دستورالعمل‌های طراحی خلاقانه اعمال می‌کند، همه جایگشت‌های احتمالی یک مورد را بررسی کرده و هم‌چنین جایگزین‌های طراحی را خلق می‌کند. در نهایت، از یادگیری ماشین برای بررسی هر تکرار فرآیند و هم‌چنین بهبود در طول زمان استفاده می‌کند. استفاده از این نوآوری به کشف ابزارهای دیگری در بازتصویرسازی قطعات در بخش‌های صنعتی در حین ساخت محصولات کمک می‌کند. به قول یک مهندس طراحی محصول، «برنامه‌های CAD که به تنهایی قادرند چندین طرح تولید کنند و محدودیت‌ها را متحمل شوند، از بار طراحان محصول کاسته و فرصت رسیدگی به وظایف دیگر را برای آن‌ها فراهم می‌کنند و در نتیجه، به طراحان اختیار انتخاب طرحی را می‌دهند که طراح مایل است کامل‌تر و با وسواس بیشتری آن را بررسی کند.»

[1] Chatbot

با رشد فناوری مدرن، هوش مصنوعی برای صنایع تولیدی که مشتاق پذیرش نوآوری‌های جدید هستند، به راحتی در دسترس است. استفاده از هوش مصنوعی در صنایع تولیدی، آن‌ها را قادر می‌سازد تا انتخاب‌های سریع‌تر و داده محورتری داشته باشند، رویه‌های تولید را بهبود بخشند، هزینه‌های اصلی را به حداقل برسانند و علاوه بر این، نحوه عرضه محصول به مشتریان را بهبود بخشند. البته این به این معنا نیست که فرآیند تولید تماما توسط ماشین‌های مجهز به هوش مصنوعی کنترل می‌شود؛ ماشین‌های مجهز به هوش مصنوعی صرفا برای کمک در کار انسان وجود دارند و هرگز نمی‌توانند برای سازگاری با تحولات غیرمنتظره صنعت چهارم در پی آن صنعت پنجم، جایگزین هوش انسانی یا توانایی ذاتی انسان شوند.

۱۵- چاپ چهار بعدی

چاپ چهار بعدی، نسخه جدید و نوسازی شده چاپ سه بعدی ولی با دانش بیشتر در زمینه محصول، مهندسی و برنامه نرم‌افزاری به‌شمار می‌آید. این فناوری از الاستومرهای کریستال مایع، پلیمرهای حافظه‌دار شکلی و هیدروژل استفاده می‌کند که طوری برنامه‌ریزی شده‌اند که می‌توانند اشکال فیزیکی و ترمومکانیکی را بر اساس دستورات وارد شده مشتری تغییر دهند. این فناوری هم‌چنان در دست تحقیق و بررسی است. اساسا چاپ چهار بعدی نوع پیشرفته چاپ سه بعدی است که در آن اقلام چاپ شده پس از تولید تغییر شکل می‌دهند. محرک تغییر ممکن است آب، گرما، باد و دیگر گونه‌های انرژی باشد. کاهش هزینه‌ها، طراحی برنامه‌های نرم‌افزاری پیشرفته و افزایش موارد قابل چاپ منجر به توسعه فناوری مدرن جدیدی به نام چاپ چهار بعدی شده است.

آزمایشگاه جت رانش ناسا در واقع مواد فولادی انعطاف‌پذیر و درجه یکی را توسعه داده است که در آنتن‌های بزرگ، برای محافظت از کپسول بالستیک در برابر شهاب‌سنگ‌ها، در لباس‌های فضایی فضانوردان و هم‌چنین در گیراندازی اشیا روی سطح آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چاپ چهار بعدی به شدت تحت تاثیر مفهوم خود مونتاژی است، مفهومی که معمولا در فناوری نانو استفاده می‌شود. تفاوت اصلی چاپ چهار بعدی و سه بعدی این است که اشیاء چاپ‌شده چهار بعدی به محض چاپ شکل خود را تغییر می‌دهند، در حالی که محصولات چاپ‌شده سه بعدی همان شکل ثابت خود را حفظ می‌کنند، چون در چاپ چهار بعدی، از «مواد طراحی شده هوشمند و ویژه» استفاده می‌شود که دارای ویژگی‌های گسترده تجاری هستند و می‌تواند توسط محرک‌های خارجی تغییر حالت دهند. صنعت

پنجم مشوق چاپ چهار بعدی است زیرا این فناوری مطمئنا به تمرکز بر طراحی محصول کمک می‌کند نه فرآیند تولید. بدون شک آزادی در طراحی منجر به توسعه محصولاتی می‌شود که سفارشی و منحصر به فرد هستند.

۱۶- چالش‌های نسل پنجم صنعت

تولیدکنندگان هم‌چنان به طور جدی در حال توسعه رویکردهایی برای به هم پیوستن فناوری‌های جدید و مدرن هستند تا بتوانند اثربخشی را افزایش دهند. عامل هدایت‌کننده صنعت چهارم، یعنی رسیدن به مرحله بعدی صنعت، در حال حاضر بر عهده بسیاری از تولیدکنندگان در سراسر جهان است. در نتیجه خودکاسازی رده بالا در صنایع، روش تجارت و مدل‌های سازمانی کنونی بایستی اصلاح شده و متناسب با نیازهای صنعت پنجم مطابقت داده شود؛ بنابراین با سفارشی‌سازی انبوه، شرکت بیشتر بر روی عملیات مشتری‌محور تمرکز خواهد داشت. ترفندهای سازماندهی در صنعت پنجم به دلیل سلایق متفاوت مشتری، برای بقای رقابت، پویایی بیشتری را طلب می‌کنند.

سوگیری و خواسته‌های مشتری با گذشت زمان تغییر می‌کند و هم‌چنین تغییر روش‌های یک کسب‌وکار و طراحی سازمان اغلب دشوار است. استقلال و هم‌چنین قابلیت‌های اجتماعی بیشتر در سیستم تولید هوشمند و مواد هوشمند، عوامل ضروری در سیستم‌های خودسازمانده هستند. درست است که همکاری با ربات‌ها خیلی جذاب به نظر می‌رسد، اما کارمندان باید نحوه کار با یک ماشین هوشمند را بیاموزند. علاوه بر مهارت‌های ارتباطی مورد نیاز، مهارت‌های فنی نیز قطعا مشکل‌ساز خواهد بود. به دلیل عدم آزادی عمل در سیستم‌های فعلی مانند انتخاب ترکیبی یا مشارکتی، ممکن است آغاز و سازگاری با صنعت پنجم آنچنان کار راحتی نباشد.

۱۷- مزایای صنعت پنجم

جایگاه محصولات را رضایت مشتری که یکی از عوامل اصلی توسعه صنعت است، تضمین می‌کند. مشتریان می‌توانند اولویت‌های خود را طی مرحله طراحی ذکر کنند و خط تولید می‌تواند خواسته‌های مشخص شده را بدون هیچ هزینه‌ای اعمال کند. صنعت پنجم قابلیتی را برای تیم NPD فراهم می‌کند تا فرآیند تولید خودکار شود، داده‌ها به‌صورت آنی به‌دست آمده و تحلیل شوند و از آن در فرآیند طراحی استفاده شود. تحول دیجیتالی صنعت چهارم، یعنی تجهیزات تولید هوشمند دارای دستگاه‌های اینترنتی. شرکت‌های تولیدی

اطلاعات را در سراسر زنجیره تامین تولید، ذخیره و تحلیل می‌کنند تا بتوانند روش‌های بهبود کیفیت، بهینه‌سازی فرآیند، کاهش هزینه و هم‌چنین سازگاری تعیین کنند. صنعت پنجم دقت را با میزان خودکارسازی صنعتی و تفکر بیسیار مهم هوش انسانی ترکیب خواهد کرد. این به افزایش سیاست‌های بادوام و پایدار کمک می‌کند، جایی که حتی تولید حداقل پسماند نیز مهم واقع می‌شود، از روش‌های میان بر استفاده می‌شود و سازمان را بسیار رضایت‌بخش‌تر کرده و با محیط‌زیست سازگار می‌کند.

۱۸- خلاصه

تحول فناوری محور نیازمند فرهنگ سازمانی مناسب و مدیران اجرایی برای عملکرد مناسب است. فناوری مدرن به تنهایی برای ایجاد تحول کافی نیست، رهبران کسب‌وکار باید با کارگران خود دست به دست هم داده و درک و سازگاری را افزایش دهند. صنایع تولیدی که به پرورش فرهنگ مناسب در فناوری‌های جدید اهمیت می‌دهند، صنایعی خواهند بود که در عین جذب و هم‌چنین حفظ مهارت‌های جدید، دارای مزیت رقابتی بوده، مدل‌های کسب‌وکار فعلی خود را بهبود بخشیده و فرصت‌های جدید را توسعه می‌دهند. سرمایه‌گذاری‌های هدفمند هم‌چنان برای توسعه مداوم هر سازمان تولیدی یک عامل حیاتی محسوب می‌شود. حتی اگر تکنیک‌های مختلف تجمیع در عملیات‌های مختلف پیچیده باشد، این فرآیند به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا روز به روز بازدهی بالایی را در یک محیط رقابتی تجربه کنند. این واقعا آینده‌ای است که فرآیند تولید را ارزشمندتر می‌کند. عوامل اصلی در بهبود عملکرد کسب‌وکار، داشتن کارآمدترین فرآیندها و موثرترین افراد، تمرکز بر نظرات مشتری و استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای شناسایی زمینه‌هایی برای بهبود و افزایش اثربخشی فرآیند مهندسی، از طریق اثربخشی تولید، در انواع مختلف شرکت‌ها است.

منابع

[32] Adam, M., Wessel, M., & Benlian, A. (2021). AI-based chatbots in customer service and their effects on user compliance. *Electronic markets*, *31*(2), 427-445.

[33] Ashton, T. S. (1997). *The industrial revolution 1760-1830*. Oxford University Press.

[34] Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2017). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. *FormaMente*, *12*.

[35] Elangovan, U. (2019). *Smart automation to smart manufacturing: industrial internet of things*. Momentum Press.

[36] Famous Scientists. n.d. Quick Guide to James Watt's Inventions and Discoveries. https://www.famousscientists.org/james-watt/

[37] Giedion, S. 1948. *Mechanization Takes Command*. New York: W.W. Norton.

[38] Gonzalez, Carlos M. (2021). *Is 3D Printing the future of manufacturing?* https://www.asme.org/topics-resources/content/is-3d-printing-the-future-of-manufacturing

[39]

[40] Landau, E. (2017). *'Space fabric' links fashion and engineering*. https://www.jpl.nasa.gov/news/space-fabric-links-fashion-and-engineering

[41] Laurean, B. (2010). Programming and controlling of RPP robot by using a PLC. *Annals of the Oradea University. Fascicle of Management and Technological Engineering*, *19*(IX). https://doi.org/10.15660/AUOFMTE.2010-1.1764

[42] Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia cirp*, *16*, 3-8. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001

[43] Microsoft. n.d. A New Reality for Manufacturing. https://www.microsoft.com/en-us/hololens/industry-manufacturing

[44] Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1991). *Technology and the pursuit of economic growth*. Cambridge University Press.

[45] Outman, J. L. 2003. *1946- and Elisabeth M. Outman, Industrial Revolution*. Detroit: UXL

[46] Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Currency.

[47] Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. https://www.penguin.co.uk/books/304971/the-fourth-industrial-revolution-by-schwab-klaus/9780241300756

[48] Jevons, H. S. (1931). The second industrial revolution. *The economic journal*, *41*(161), 1-18.

[49] Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International journal of distributed sensor networks*, *12*(1), 3159805. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2016/3159805

[50] Wheeler, A. (2015). Lights-out manufacturing: future fantasy or good business?. *Autodesk. accessed november*, *19*. https:// redshift.autodesk.com/lights-out-manufacturing/

[51] Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0–innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia engineering*, *182*, 763-769. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.197

فصل چهارم

تحول در صنعت خودروسازی

رقبای جهانی، فناوری‌هایی که به سرعت در حال تغییر هستند، کاهش چرخه عمر محصول، کاهش قیمت، محصولات با کیفیت بالا و مشتریان نهایی پرتوقع، عواملی هستند که شرکت‌های تولیدی را به جستجوی ترفندهای جدید برای توسعه بیشتر محصول واداشته‌اند. یکی از مهم‌ترین اختراعاتی که جهان تاکنون شاهد آن بوده است، صنعت خودروسازی است. صنعت تولید و صنعت خودروسازی در قرن بیستم به شدت به هم مرتبط بودند و به احتمال زیاد در آینده نیز مرتبط خواهند بود. صنعت خودروسازی فقط شامل تولید خودرو نیست، بلکه شامل اجزا و قطعاتی است که برای مونتاژ یک وسیله نقلیه لازم است. علاوه بر این، صنایعی مانند صنعت فولاد، شیشه، پلاستیک، لاستیک، پارچه و دستگاه‌های الکترونیکی نیز در تولید آن‌ها مرتبط هستند. در حال حاضر، حوزه خودروسازی دستخوش نوآوری‌های فناورانه عظیمی مانند نوآوری در ظاهر، سرعت و قابلیت‌های پیشرفته است؛ خودروهای امروزی علاوه بر اینکه مدام در حال توسعه و تکامل هستند، خودروهایی هوشمند و دارای قابلیت‌های اضافی نیز هستند.

این توسعه فناورانه کاملا جدید و متفاوت در بازار خودرو، آغاز یک فرآیند خودکارسازی تمام عیار و پیشرفته بود، فرآیندی که ترکیبی از دقت، استانداردسازی، تعویض‌پذیری، همگام‌سازی و هم‌چنین اتصال بود. تحول دیجیتالی رو به رشد در توقعات چرخه عمر محصول و نیاز به راه حل‌های پیشرفته جدید قطعا بر همه عناصر صنعت تاثیر خواهد گذاشت. صنعت در حال رسیدن به یک نقطه عطف است که در آن الکترونیک و نرم‌افزارهای کاربردی به عنوان مهم‌ترین اجزا، جایگزین تجهیزات مکانیکی می‌شوند. تاثیر مدهای خودرویی، فنی و بازاری تنها به حوزه طراحی و تولید محدود نمی‌شود. این امر عواقب قابل توجهی را در حوزه خودروسازی به دنبال خواهد داشت. آن‌ها به عنوان مبدل‌های صنعت، تغییرات بزرگی را در الگوهای کسب‌وکار و چارچوب‌های اصلی ایجاد می‌کنند.

صنعت خودرو یکی از پیشروترین صنایع در انقلاب صنعتی چهارم است. با این حال، خلاء بزرگی بین تولیدکنندگان اصلی تجهیزات و تولیدکنندگان دیگر شامل SME ها وجود دارد که در میان تامین‌کنندگان درجه یک و تامین‌کنندگان درجه دو بسیار شایع‌تر است. رشد سریع فناوری که منجر به بهبود طراحی و ساخت، تقویت سیستم‌های رانندگی الکترونیکی، جایگزین کردن خواسته‌های مشتری، افزایش نگرانی در مورد پایداری و استرس تنظیم‌کننده و اقداماتی برای تغییر چارچوب‌ها و پیشرفت باتری‌ها می‌شود، با ارایه خدمات و امکانات بسیار برای تولید خودروهای الکتریکی (EV)، در واقع کاهش قیمت قابل‌توجهی را به همراه داشته است.

خودروها همواره بخش مهمی از زندگی روزمره بشر بوده و خواهند بود. نگاه به پیشرفت وسیله نقلیه و قطعات آن از مرحله اولیه آن تا حالت فعلی و لوکس آن، سوالاتی را ایجاد می‌کند، مانند آینده خودروهای سواری چه خواهد بود؟ تحول صنعتی چه قابلیت‌هایی را به صنعت خودرو اضافه خواهد کرد؟ آیا کارخانه‌ها در آینده با ترکیب هوش ماشینی و هوش انسانی قادر به فعالیت خواهند بود؟ با داشتن چنین فناوری مدرن و پیشرفته‌ای، رشد چگونه خواهد بود؟ در ادامه چند مورد را بررسی خواهیم کرد.

۱- انقلاب در فرآیندها

محصولات خودروسازی پیشرفته دارای ویژگی‌های بخصوصی هستند، مانند قابلیت مدیریت پیچیدگی، قابلیت ردیابی، قابلیت آگاهی از وضعیت اطلاعات، هوش و ادراک قابل اطمینان، قابل اعتماد بودن، نمایندگان فروش پرکاربرد، رقبای جدی و سخت، هزینه توسعه بالا، زمان بر بودن، تخصص قدرتمند، سرعت بالای تغییر فناوری و هم‌چنین خطرات ذاتی. تاکید و تمرکز اصلی بر ایجاد کالایی است که با استانداردهای مشتریان خاص مطابقت داشته باشد، به طوری که کالا بتواند در نهایت در بازار موفقیت را کسب کند. شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) و تولیدکنندگان قطعات اصلی (OEM) باید با اجرای دقیق فرآیند توسعه محصول جدید به موفقیت دست یابند. این یک روال مهم و حیاتی برای موفقیت و بقای شرکت‌ها در صنعت خودروسازی است. فرآیند توسعه محصول جدید (NPD) شامل کلیه عملیات لازم، از تصویب یک پیشنهاد یا ایده برای یک محصول جدید گرفته تا اجرای محصول در مرحله تولید و معرفی آن به بازار است. به طور کلی این پروسه تا زمان عرضه محصول شامل مراحل مختلف از جمله برنامه‌ریزی، طراحی و توسعه محصول و فرآیند و در نهایت تایید پروسه است.

برای اثربخشی در NPD، باید بین بخش‌های تولید، مهندسی، تحقیق و توسعه، تبلیغات و بازاریابی، مالی و خرید هماهنگی وجود داشته باشد. قسمت مشکل فرآیند، ایجاد دستورالعملی برای نوآوری یک محصول موفق است که در آن مشاغل مربوط به تولید محصول جدید بتوانند به سرعت و هم‌چنین به طور موثر و کارآمد، از مرحله فکر و ایده اولیه به مرحله راه‌اندازی موفقیت‌آمیز روند توسعه و مجوز نهایی طراحی نهایی حرکت کنند که خود پروسه‌ای زمان بر است و در آن گروه طراحی به طور مشترک اطلاعات محصول نهایی را تولید می‌کند. گسترش کارکرد کیفیت (QFD)[1] برای تبدیل خواسته‌های مشتری به ملزومات طراحی

[1] Quality Function Deployment

محصول و فرآیند و تشخیص الزامات فنی که نیاز به بهبود فوری دارند، استفاده می‌شود و نه تنها مشتریان بلکه رقبا را نیز شامل می‌شود.

چالش اصلی که تامین کننده قطعات و OEM ها در صنعت خودروسازی با آن مواجه هستند، تمرکز بر میزان کیفیت به ازای هزینه محصول تولید شده است. انتظارات مشتری دائما در حال تغییر است؛ بنابراین، تولیدکنندگان خودرو باید به دنبال نوسازی مستمر باشند تا مطمئن شوند که می‌توان از خطاها جلوگیری کرد؛ بنابراین، تضمین کیفیت این اطمینان را می‌دهد که هر کالایی که از کارخانه خارج می‌شود با بالاترین کیفیت و مطابق با انتظارات مصرف‌کننده است. یکی از استانداردهای کیفیت بین المللی که توسط بسیاری از کشورها و تولیدکنندگان خودرو تایید شده است، مشخصات فنی IATF 16949 است. IATF 16949 به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا اثربخشی، کارایی عملکرد، انعطاف‌پذیری و ایمنی خود را در سراسر زنجیره تامین بهبود بخشند. این امر بستر را برای اعمال بهترین کیفیت توسط سازنده خودرو، از طراحی (محصول و فرآیند) گرفته تا تولید محصول نهایی، فراهم می‌کند. ابزارهای کیفی که هر مرکز خودروسازی می‌تواند از آن برای تقویت روش‌های تضمین کیفیت خود استفاده کند و از IATF 16949 پشتیبانی می‌کند عبارت‌اند از: طرح‌ریزی پیشرفته کیفیت محصول[1](APQP) تحلیل حالت شکست و آثار آن[2] (FMEA)، SPC، فرآیند تایید قطعه تولید [3](PPAP) و تحلیل سیستم اندازه‌گیری [4](MSA). مکان‌یابی مشتری، تفکر خلاق و هم‌چنین توسعه، عوامل مهمی هستند که بر فرآیند رشد محصول تاثیر می‌گذارند و با کیفیت بالا در فرآیند NPDارتباط تنگاتنگی دارند.

چند روش‌شناسی کیفیت که در مناطق مختلف در سراسر جهان از آن‌ها استفاده می‌شود به شرح زیر هستند:

۲- شش سیگما

روش‌شناسی شش سیگما روشی برای افزایش عملکرد کسب‌وکار است (که توسط شرکت موتورولا[5] ایجاد شده است) و قصد دارد خطاها و هم‌چنین معیوبی‌های ممکن در فرآیند را تا حد امکان در هر میلیون کاهش

[1] Advanced Product Quality Planning
[2] Failure Mode And Effects Analysis
[3] Production Part Approval Process
[4] Measurement System Analysis
[5] Motorola

دهد. این روش‌شناسی شامل چرخه تعریف-اندازه‌گیری-تجزیه‌وتحلیل-بهبود-کنترل (DMAIC)[1] و چرخه تعریف-اندازه‌گیری-تجزیه‌وتحلیل-طراحی-تایید (DMADV)[2] می‌شود که نقص‌های یک فرآیند را از بین می‌برد. روش DMAIC شش سیگما در حوزه خودروسازی، بستری را برای تشخیص، اندازه‌گیری و حذف منشاء نوسانات موجود در یک پروسه عملیاتی و هم‌چنین بهینه‌سازی عوامل مشکل‌ساز، افزایش کارایی پایدار از طریق بازگشت فرآیند و با ترفندهای کنترلی مطلوب فراهم می‌کند. روش DMADV شش سیگما در صنعت خودرو، بستری را برای ایجاد یک محصول و فرآیند بدون نقص جدید و برای ایجاد درخت بحرانی در کیفیت (CTQ)[3] فراهم می‌کند که رضایت مشتری را بدون شک تضمین می‌کند. فرآیند طراحی یکی از پرهزینه‌ترین و هم‌چنین زمانبرترین مراحل است. تغییرات بی‌شمار به دنبال تشخیص دیرهنگام خطاهای طراحی محصول، مشکلاتی جدی هستند که در مرحله ادراک خودرو و اجزای آن با آن‌ها مواجه می‌شویم؛ بنابراین، هنگام مواجهه با ماکت‌های فیزیکی، بازگشت مکرر به تصمیمات قبلی و تغییرات بی حد و حصر، هزینه کلی کار به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. شناسایی، طراحی، بهینه‌سازی و تایید (IDOV)[4] یک فرآیند فازی است که توسط تیم شش سیگما (DFSS) برای طراحی محصولات و خدمات مطابق با استانداردهای این تیم استفاده می‌شود.

۳- سیستم تولید تویوتا

پسماندها می‌توانند ناشی از عرضه مازاد، اقدامات اضافی حمل و جابجایی و اقلام ناکارآمد (به عنوان مثال) باشند. این «پسماندها» با هم ترکیب شده و پسماند بیشتری را تولید کنند و در نهایت بر مدیریت خود شرکت خودروسازی تاثیر می‌گذارند. سیستم تولید تویوتا (TPS)[5] توسط شرکت تویوتا موتور بر اساس دو مفهوم توسعه داده شده است: یکی «جیدوکا[6]»، یعنی خودکارسازی با دخالت انسان، زیرا هنگامی که مشکلی رخ

---

[1] Define–Measure–Analyze–Improve– Control
[2] Define–Measure–Analyze–Design–Verify
[3] Critical to Quality
درخت CTQ نموداری است که به شما کمک میکند تا سطح کیفیت محصولات و خدمات خود را تا بالاترین حد ممکن برسانید و رضایت مشتری هایتان را جلب کنید. (مترجم)
[4] Identify, Design, Optimize and Verify
[5] Toyota Production System
[6] jidoka

می‌دهد، تجهیزات فورا متوقف می‌شوند و از تولید محصولات معیوب جلوگیری می‌شود و دیگری اصل JIT[1] است که طبق این اصل در هر پروسه دقیقا آن‌چه که برای فرآیند بعدی لازم است به‌طور مستمر تولید می‌شود. با تکرار فرآیندTPS ، ماشین‌های کارگاه در نهایت دارای پیچیدگی کمتر بوده و مقرون به صرفه‌تر می‌شوند، زیرا فرآیند تعمیر و نگهداری کمتر زمان برده و هزینه‌ها نیز کمتر می‌شود و امکان توسعه خطوط پایه، کوچک اما پرکاربرد را که با نوسانات حجم تولید سازگاری دارند، فراهم می‌کند.

۴- تولید ناب

تولید ناب یک روش تولید است که فرآیند را با بهبود مستمر [2](کایزن) و هم‌چنین حذف پسماند بهبود می‌بخشد. اصول ناب با کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد بازار خودرو را متحول کرده‌اند. تولید ناب به حوزه اجرایی جامع‌تری به نام مدیریت ناب انتقال یافته است و یک دیدگاه رایج در مدیریت فرآیند است که عمدتا از TPS سرچشمه گرفته است. تولید ناب با روشی آزموده شده، با خلاص شدن از شر فعالیت‌های بدون ارزش‌افزوده و هم‌چنین ضایعات فرآیند سازمانی سروکار دارد و بر کاهش ابتکار عمل انسانی، اتاق تولید، سرمایه‌گذاری مالی در ماشین‌آلات کارگاه و کاهش زمان مهندسی برای توسعه یک محصول جدید متمرکز است. نگاشت جریان ارزش[3](VSM) تولیدکنندگان را قادر می‌سازد تا با استفاده از یک راهکار کاربردی قوی منابع موجود را به حداکثر برساند. VSM در مسیر تولید ناب و در تعیین بهترین راه‌ها برای بهبود فرآیند، مانند یک سکوی پرتاب عمل می‌کند. هدف VSM تشخیص، شرح و کاهش ضایعات به طور همزمان است که شانس نوسازی را بیشتر کرده و به طور قابل توجهی بر کل سیستم تولید تاثیر می‌گذارد.

حقیقت این است که به دلیل محدودیت منابع، بسیار مهم است که مدیران اجرایی شرکت‌های کوچک و متوسط کسانی باشند که درک گسترده‌ای از تولید ناب داشته باشند تا بتوانند از مزایای آن بهره‌مند شوند.

---

[1] تولید به هنگام

[2] Kaizen

کایزن – (اصطلاح ژاپنی) بهبود پیوسته و فزاینده یک فعالیت به منظور آفرینش ارزش بیشتر و مودا (تلفات) کمتر در محیط کار به معنی بهبود پیوسته با مشارکت همگانی کارکنان اعم از کارگران و مدیران است. (مترجم)

[3] Value stream mapping

عبارت است از مجموعه‌ای از فعالیت‌های معین لازم برای طراحی، سفارش‌گیری و تهیه یک محصول از انگاره تا ورود به بازار، از سفارش تا تحویل و از مواد اولیه تا رسیدن به دست خریدار. (مترجم)

تولید ناب مستلزم فداکاری و هم‌چنین مشارکت همه افراد در SME (شرکت‌های کوچک و متوسط) است. عمل کردن بر اساس اصول ناب برای دست‌یابی به اهداف کوتاه مدت معمولا کار بسیار ساده‌ای است. SME هایی که بر اساس اصول ناب عمل می‌کنند معمولا ساختار و سیستم‌های ساده‌ای دارند که به منظور تکامل مداوم و هم‌چنین توزیع اطلاعات، تنوع عملکردی را افزایش می‌دهند. مدل کوه یخ ناب بر این باور است که استفاده ابزارها و روش‌های ناب به عوامل ناملموس در موقعیت‌یابی، مدیریت و مشارکت بیشتر نیاز دارد و بایستی با حفظ و حتی بهبود کیفیت، تقاضا را با دقت کامل برآورده کرد. اینجاست که مفاهیم تولید ناب وارد عمل می‌شوند. با به‌کار گرفتن صنعت چهارم وIIoT ، اهداف ناب خیلی سریع‌تر به انجام خواهند رسید. اصول ناب مشمول نوآوری‌های جانبی کمتری هستند که با ناب‌ترین رویه‌های ممکن، نظارت مستمر و بی‌درنگ، تصمیم‌گیری سریع‌تر، افزایش اثربخشی را امکان‌پذیر می‌سازد. تولید ناب یک سفر است نه یک مرز نهایی.

۵- تولید در کلاس جهانی

تولید در سطح کلاس جهانی (WCM)[1] یعنی ایدئولوژی بهترین، سریع‌ترین و هم‌چنین ارزان‌ترین تولیدکننده یک محصول و خدمات بودن. گروه فیات، به WCM به‌عنوان یک سیستم تولید یکپارچه ساختاریافته اشاره می‌کند که شامل تمام مراحل کارخانه، فضای ایمنی، از نگهداری گرفته تا تدارکات و کیفیت بالا است. WCM برای اینکه بتواند اهمیت خود را در صنعت حفظ کند، بهبود مداوم محصولات، فرآیند و راه‌حل‌ها را پیشنهاد کرده و هم‌چنین صرف‌نظر از اینکه در کجای فرآیند قرار دارند، موثرترین گزینه‌ها را برای مشتریان ارایه دهد. WCM مستلزم این است که همه تصمیمات بر اساس اطلاعات و تحلیل‌های سنجیده شده و دقیق اتخاذ شوند. این امر افراد، فرآیندها و هم‌چنین قابلیت‌های نوآوری را برای توسعه فرهنگ بهبود مستمر، هدف تولید بدون ضرر، شرایط مشتری، نقص‌های کیفیت، نقص دستگاه و هم‌چنین حوادث، همسو می‌کند.

کنترل کیفیت[2] که در سراسر زنجیره تامین انجام شده و رویه‌های تولید، تقاضای مصرف‌کننده و روش‌های مخرب را اصلاح می‌کند، بر منابع، قطعات و اجزای نهایی در شبکه زنجیره تامین خودرو اثر می‌گذارد. رشد و پیشرفت فروشنده محصول در ساده‌سازی جریان قطعات بین تامین‌کنندگان و تولیدکنندگان در

[1] World-Class Manufacturing
[2] Quality Control

فرآیندهای NPD و NPI خودرو از اهمیت زیادی برخوردار است. اکنون، ممکن است سوالاتی در ذهن شرکت‌های کوچک و متوسط ایجاد شود، اینکه: کدامیک از روش‌های ذکر شده در بالا بهتر است برای بهبود فرآیند استفاده شود؟ این شرکت‌ها آگاهی بسیار کمی از رویکردهای ارتقای کسب‌وکار دارند. چه بهتر که از پله‌های ترقی استفاده کرده و پیش برویم. طراحان فرآیند، روش‌هایی را برای افزایش عملکرد و هم‌چنین دامنه خدمات تجاری خود در پیش می‌گیرند. انتخاب از بین ترفندها نیازی به خلوص‌گرایی ندارد. کافیست در طول فرآیند توسعه محصول الزامات مشتری و تقاضاهای در حال تغییر را به عنوان مبنا در نظر بگیرید که نقطه شروع خوبی برای تبدیل دقیق خواسته‌های مشتری به محصولات با حفظ کیفیت لازم است. هدف ما اجرای کامل و بی نقص یک ترفند یا تکنیک نیست. انعطاف‌پذیر باشید و در صورت لزوم خلاقیت به خرج داده و خارج از چارچوب فکر کنید و یک روش بهبوددهنده و اصلاحی بهبودی بیابید. این تنها نتیجه‌ای است که اهمیت داشته و در زمینه خدمات و برای مصرف‌کنندگان ارزشمندتر است. با تحول صنعتی و پیدایش تولیدکنندگان مبتکر، ایده اولیه اصلاح و بهبود کیفیت قبلا ناپایدار و غیرقابل پیش‌بینی بود و هم‌چنین تا حد زیادی توسط مهارت‌های انسانی شناسایی می‌شد. رمز موفقیت اصلی در ترفند بهبود مستمر در حمایت رهبری، مشارکت، تمرکز ماهرانه و هم‌چنین نحوه اجرا نهفته است.

از فن‌آوری صنعتی برای توصیف یک پیشرفت جدید در یک پروسه، یک روش تولید یا یک محصول منحصر به فرد استفاده می‌شود که به طور گسترده توسط اقتصاددانان نیز به‌کار گرفته می‌شود. محصولات به منظور افزایش ارزش و کاربرد آن‌ها، توسط یک سری خدمات تنظیم می‌شوند. در طراحی سیستم قطعات خودکارسازی دارای ارزش ماندگار، چالش‌هایی در درک نیازهای احتمالی آینده نهفته است. برای همسو شدن فرآیند توسعه محصول با فرآیند خودکارسازی در طی عملیات تولید، هماهنگی و همزمانی بخصوصی لازم است. شرکت‌ها باید جهت بهبود از لحاظ الکترونیکی، برای اتصال به تمام سیستم‌های سیلو مربوطه تلاش کنند تا بتوانند یک مجموعه واحد دارای اطلاعات لازم ایجاد کنند و این اطلاعات از طریق یک فضای دارای اتصال داده نامحدود در جریان بوده و برای همه شرکای داخلی و خارجی خدمات قابل دسترس باشند که رشته دیجیتالی نامیده می‌شود. این امر به بالادستی‌ها و پایین‌دستی‌ها کمک می‌کند که با همان اطلاعات قبلی محصولات که قابل‌اعتماد و قابل اجرا است کار کنند و در نتیجه، محصولاتی با کیفیت بالا ارایه داده و از وقوع تفاسیر مختلف از این اطلاعات جلوگیری می‌کند و از آنجایی که به آسانی در دسترس همه تیم‌های متقابل NPD/NPI در زنجیره تامین محصولات قرار دارد، بنابراین امکان تعامل در زمینه تغییرات

مهندسی، تصمیم‌گیری سریع‌تر و هم‌چنین اجرای آسان آن‌ها فراهم است. افزایش همکاری مهندسان محصول و مهندسان تولید به طراحی روش‌های تولید کمک می‌کند. تولیدکنندگان می‌توانند با پیوند دادن آیتم‌های هوشمند، از کارایی و عملکرد میدانی محصول بازخورد بگیرند؛ بنابراین، بهبود طراحی محصول می‌تواند فرصت‌های سازمانی کاملا جدیدی را برای مشتریان فراهم کند.

۶- ضرورت تجارت برای دگرگونی فرآیند

در دنیای صنعتی، نوآوری فنی به سرعت در حال تغییر است و آینده مشخصی وجود ندارد، بنابراین، به حداکثر رساندن سرعت تجهیزات جدید و بهره‌مندی از این توسعه نوآورانه در کسب‌وکارهای حوزه خودروسازی اهمیت بسیاری دارد. تحول فرآیند واژه‌ای است که در هر اتاق کنفرانس SME (تامین‌کنندگان درجه یک یا درجه دو) و OEM راجع به آن صحبت می‌شود. از تامین‌کنندگان خودرو و OEM ها تقاضا می‌شود تا برای یک تغییر اساسی حاصل از تغییر فرآیند در تولید و هم‌چنین در فرآیند زنجیره تامین در کل زنجیره ارزش آماده شوند. هدف از تغییر فرآیند، دست‌یابی به یک سری اهداف اصلی مانند استفاده از فناوری برای نتایج خدمات بهتر و بهینه‌سازی فرآیندهای شرکت با نوآوری الکترونیکی است. هیچ عنصر واحدی وجود ندارد که برای تمام تامین‌کنندگان وOEM ها در زمینه تحول موثر فرآیند مناسب باشد. هر تامین کننده و OEM در صنعت خودروسازی روش‌ها و قابلیت‌های خاص خود را در انجام کارها دارد. درک این نقاط قوت و نحوه استفاده از آن‌ها است که بین تحول واقعی و آرزوی تحقق نیافته تفاوت ایجاد می‌کند.

هر گونه توسعه فنی و فرآیندی، بدون شک تاثیر بزرگی بر استانداردهای تعیین شده در آغاز فرآیند توسعه محصول، تولید، توزیع و استفاده روزمره توسط مصرف‌کننده نهایی داشته است. دگرگونی فرآیندی که بر یک کسب‌وکار در زمینه خودروسازی تاثیر خوبی دارد، می‌تواند منجر به اصلاحات اساسی و مطلوب در عملیات، کاهش ضایعات، کاهش هزینه‌ها، بالا رفتن کیفیت محصولات و هم‌چنین راهبردهای عرضه به بازار شود. این مستلزم ارزیابی اقدامات لازم جهت دست‌یابی به یک هدف خاص در یک طرح یا نوآوری است تا بتواند مراحل بدون ارزش افزوده را حذف کرده و تا حد ممکن بسیاری از اقدامات را خودکار کند. بهبود مسیر یک مصرف‌کننده مستلزم آن است که صنعت خودروسازی برای ایجاد یک تجربه فوق‌العاده، علاوه بر اعمال تغییرات لازم همه فناوری‌ها، فرآیندها، قابلیت‌های مدرن را بشناسد. پایداری در عصر

هوشمند دیجیتال و هوشمند نیازمند هوش پیش‌بینی‌کننده و زمان‌بندی ایده‌آل برای پاسخ به دگرگونی‌های اقتصاد صنعتی است.

اولین و مهم‌ترین موضوع تمرکز بر قابلیت‌های فعلی است که تاثیر مستقیمی بر موفقیت در تحول فرآیند دارد. هدف باید ایجاد تغییرات لازم در رویه‌ها، افراد و فناوری باشد تا بتواند کسب‌وکار را با رویکرد و چشم‌انداز سازمان هماهنگ کند. این تا حدودی پروسه بهینه‌سازی تجربه مشتری نهایی، انعطاف‌پذیری عملکردی و توسعه فناوری است که محرک‌های اصلی الگوی تحول دیجیتال سازمان هستند و درآمد و ارزش جدیدی را به ارمغان می‌آورد. فرآیند خودکارسازی ثابت کرده است که یک ابزار متحول‌کننده کارآمد برای افزایش بهره‌وری در تولید است. پیشرفت باورنکردنی در حوزه رباتیک، هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی و غیره، از SME ها گرفته تا OEM های صنعت خودروسازی کمک می‌کند تا با کاهش زمان چرخه طراحی و ساخت، بسیار مقرون به صرفه‌تر تمام شوند. تامین‌کنندگان مستقل خودرو، با وجود انواع نوآوری‌های جدید در فناوری مدرن و تغییرات بازار که همزمان صنعت را تحت تاثیر قرار می‌دهند، با یکی از سخت‌ترین شرایط قرن گذشته روبرو هستند. آیا سازندگان قطعات خودرو یا OEM ها آماده طرح‌های تکامل صنعت خودروی امروزی هستند؟ اگر چنین باشد، تغییر فرآیند باید به عنوان یک سفر طولانی مدت در نظر گرفته شود که دغدغه‌هایی را به دنبال دارد که قبل از آغاز اقدام بایستی روشن شوند.

۷- انقلاب‌های دگرگونی فرآیند

فن‌آوری‌های دیجیتالی در زمینه تولید، تمام نواحی صنعت خودروسازی، از توسعه محصول گرفته تا ساخت و فروش از طریق خدمات را تغییر می‌دهند. سرعت بالای تغییر فرآیند، بخش سخت‌افزاری خودرو را به یک برنامه نرم‌افزاری و بخش متمرکز بر راه‌حل‌ها تبدیل می‌کند که با افزایش انتظارات و نیازهای مشتری به منظور ارایه خدمات نوآورانه دیجیتال جدید در عصر صنعت چهارم شتاب می‌گیرد. رشد سریع ربات‌ها، تحلیل داده‌ها و هم‌چنین افزایش استفاده از فناوری IIoT، با ایجاد ارتباط بین مدیریت و فرآیند شرکت و مشتریان، امکان اتصال دیجیتالی را فراهم کرد. آگاهی از نوآوری فنی و تاثیر آن بر الگوی کسب‌وکار باید در سطح بالایی باشد؛ بنابراین، نه تنها از منظر فن‌آوری، بلکه در خصوص تاثیرات فرآیند امنیتی فناوری‌های مدرن دیجیتال و هوشمندانه، باید تلاش و زمان زیادی برای ایجاد این وضعیت در محیط کاملا جدید صرف شود. برای دست‌یابی به برتری در عملکرد و پیشرفت اصولی، رهبران خودروسازی باید با نظر به فناوری‌های مدرن

گذشته، روش‌های مختلف خدمات را در سرمایه‌گذاری خود تغییر دهند. چند مورد از تحول فرآیند در حوزه خودروسازی در اینجا مورد بحث قرار می‌گیرد که می‌تواند به SME ها و OEM ها کمک کند.

رقابت بالا در صنعت خودروسازی، شرکت‌های تولیدی را مجبور می‌کند تا روی تجهیزات بهتر و گزینه‌های هوشمندتری سرمایه‌گذاری کنند و کیفیت محصول جدید را بدون ریسک در زمان‌بندی افزایش دهند. شالوده فناوری مدرن که پایه و اساس حوزه خودروسازی را توسعه می‌دهد، محاسبات حرفه‌ای است که شامل CAx، PLM، ERP و MES می‌شود.

۸- پیاده‌سازی Plmبرای شرکت‌های کوچک (sme)

محصولات علاوه بر پیشرفته و هوشمندتر شدن، راه نجات تمام حوزه‌های صنعت خودروسازی هستند. داده‌های CAD جزئیات محصول را در اختیار همهSME ها و OEM های تولیدکننده محصول قرار می‌دهد. برای حفظ بهتر اطلاعات، این جزئیات باید به تمام تیم‌های چند تخصصی (CFT) در حوزه طراحی و توسعه محصول نشان داده شود. این سیستم‌ها که در ابتدا برای مدیریت داده‌های مهندسی تاسیس شدند، داده‌های CAD را مدیریت کردند و متعاقبا به سیستم‌های مدولاسیون زمانی پالس (PDM) تبدیل شدند که از اسناد CAD، صورتحساب‌ها، تغییرات و هم‌چنین کنترل ثانویه مراقبت می‌کردند. PLM با همکاری با شرکت‌های گسترده در سراسر جهان، تمامی جوانب چرخه عمر محصول از طراحی ایده گرفته تا بازنشستگی محصول را مدیریت می‌کند.

۹- چالش‌های کسب‌وکار

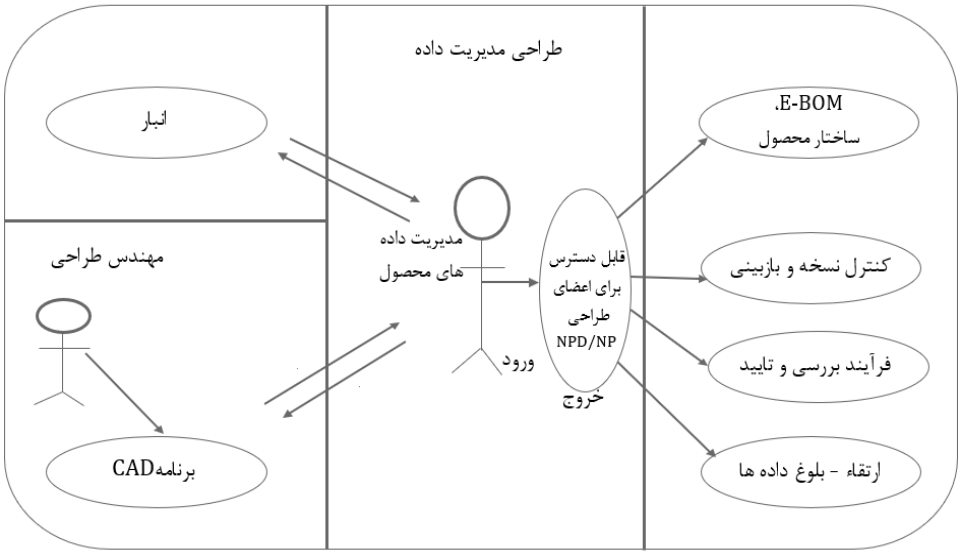
SME ها در مدیریت داده‌های CAD سه بعدی با چالش‌های مشابهی که OEM ها در مدیریت روبرو هستند مواجه‌اند. مهندسان و طراحان برای یافتن بهترین راه حل، چندین طراحی مختلف محصول را امتحان می‌کنند. برای مدیریت پیچیدگی، آن‌ها علاوه بر مواردی که می‌خواهند در آن روند را حفظ، جایگزین و یا اصلاح و تایید کنند، باید آن‌چه را که دیروز و هفته قبل طراحی کرده بودند را نیز رصد کنند؛ بنابراین، این فرآیند برای تیم توسعه محصول بسیار ناخوشایند می‌شود.

۱۰- پیش نیاز

نرم‌افزار CAD به همراه برنامه NPD/NPI، برای ترسیم طرح کلی محصول شامل داده‌های طراحی و هم‌چنین جزئیات مربوط به محصول مانند شماره قطعه، نوع قطعه، مشتری و اصلاح بر اساس نیاز مشتری.

۱۱- رویکرد

فرآیند نوآوری و اجرای PDM از آنجایی که شامل کل CFT در سازمان، چشم انداز و ترفندهای مدیریتی جهت رونمایی است، نیاز به اندکی تلاش دارد. دو اقدام مهم اولیه که باید به‌کار گرفته شوند عبارت‌اند از مدیریت پیکربندی و مدیریت فرآیند. وظیفه اصلی مدیریت پیکربندی، رصد کردن مجموعه صحیح اسناد برای هر نسخه از یک نمونه است و مدیریت فرآیند در خودکارسازی روش‌های مختلف در سازمان استفاده می‌شود. استفاده از یک خزانه ایمن امکان دسترسی به محیط CAD سه بعدی و داده‌های مرتبط با آن را برای همه اعضاء از مهندسی گرفته تا تولید افزایش می‌دهد و به تمام افراد دخیل در وظایف این اجازه را می‌دهد تا بتوانند جزئیات را به اشتراک بگذارند و در طرح‌ها با هم متحد شوند و در عین حال با کنترل تغییرات و اصلاح خودکار، خود به خود از حق تکثیر محصول محافظت می‌کند.



شکل ۱- پیاده‌سازی PDM: پیدایش PLM.

۱۲- نتیجه

PDM به عنوان هسته PLM، پیکربندی کامل داده‌های محصول حاصل از تمام مراحل توسعه را از ایده اولیه گرفته تا طراحی، توسعه و ساخت کنترل می‌کند. این مسیر را برای تیم توسعه محصول ساده‌تر می‌کند تا بتوانند به تمام جزئیات مربوط به محصول در مورد محدودیت‌ها و هم‌چنین الزامات مراحل مختلف چرخه عمر محصول دسترسی پیدا کند. PDM و PLM در حال حاضر بیشتر توسط فناوری محاسبات ابری هدایت می‌شوند. ابر یک استاندارد عالی برای به اشتراک‌گذاری داده‌ها است که لحظه اجرا را سرعت می‌بخشد، سازگاری می‌دهد و هم‌چنین هزینه کلی مالکیت را کاهش می‌دهد. PLM ابری پیشرفت و انعطاف‌پذیری را در سراسر جامعه افزایش داده و این امر را برای شرکت‌های گسترده نیز ممکن می‌سازد. پیش‌بینی می‌شود که کسب‌وکارهای کوچک و متوسط علاوه بر اینکه محصولات را بازآفرینی می‌کنند، فرآیند تولید را سرعت بخشیده و در عین حال پایداری را در چهارمین صنعت افزایش خواهند داد. این هم‌چنین باعث کاهش هزینه و کاربرد PLM و هموار شدن مسیر دیجیتالی شدن می‌شود. کسب‌وکارهای کوچک و متوسط باید سفر فرآیند خود را با PDM آغاز کنند و سپس به سمت PLM بروند که از فرآیند NPD پشتیبانی می‌کند.

۱۳- پیاده‌سازی سیستم کنترل‌کننده فرآیند (کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی[1] (Plc)، اسکادا) برای شرکت‌های کوچک

خودکار کردن خط مونتاژ وارد صنعت خودروسازی نیز شده است و چهار فرآیند جوشکاری، پرس‌کاری، رنگ‌آمیزی و راه‌اندازی را در بر گرفته است؛ یعنی یک متخصص خدماتی کماکان وجود دارد که PLC را تحت نظر داشته باشد، خرابی‌ها را پیدا کرده و اقدامات لازم را انجام دهد. پی ال سی‌ها کمک زیادی به تغییر فرآیند در محیط تولید کرده‌اند، بنابراین نقش عمده‌ای در شرکت‌های صنعتی به ویژه برای تولیدکنندگان کوچک و متوسطی که قصد دارند از صنعت سوم استفاده کنند، ایفا می‌کنند. MES چندین سیستم کنترلی تامین‌کننده نرم‌افزارهای نظارت‌کننده بصری را ادغام می‌کند؛ یکی از آن‌ها استفاده از اسکادا برای جمع‌آوری اطلاعات فوری است که می‌تواند به بهترین نحو ماشین‌های صنعتی را به همراه فرآیندهای تولید تنظیم کرده و زیر نظر داشته باشد. هم‌چنین، محرک فرآیند پایه IIoT را نیز تشکیل می‌دهد.

[1] Programmable Logic Controller

۱۴- چالش‌های کسب‌وکار

چالش مهمی که اکثر کسب‌وکارهای کوچک و متوسط و تولیدکنندگان تجهیزات اصلی با آن روبرو هستند، مشکل در اتصال تعداد زیادی ماشین‌های کارگاه با ابزارهای ماشین است که اقدامات تخصصی بر عهده دارند، اطلاعات را بین دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف فورا به اشتراک می‌گذارند و آن‌ها را با یک حرکت ساده و عملی مونتاژ می‌کنند که در پایه‌های فرآیند تولید خودرو موثر است. خودکار کردن کنترل فرآیند تقریبا از اهمیت بسیاری برخوردار است. بسیاری از محصولات امروزی با کمک یک زنجیره سیگنال حلقه بسته و با دخالت اندک متصدیان ساخته می‌شوند. کارگاه تولید مستلزم دقت و کمترین خرابی ممکن است، بنابراین فرآیند تولید باید مرتبا اندازه‌گیری و تنظیم شود.

۱۵- پیش نیاز

سخت‌افزار _PLC ، نرم‌افزار _SCADA ، رابط انسان و ماشین (HMI)، DCS، MES، ماشین‌های کارگاه، حسگرها، محرک‌ها.

۱۶- رویکرد

مهم‌ترین بخش‌های درونی پی ال سی‌ها ماژول ورودی، ماژول خروجی و هم‌چنین واحد پردازشگر مرکزی (CPU) هستند. نوآوری در زمینه خودکارسازی صنعتی هم‌چنان با برخی از کنترل‌کننده‌های دستی پردازش می‌شود که این همیشه منجر به عملکرد مطلوب نمی‌شود. با استفاده از ابزارهای کنترلی، امکان بهینه‌سازی رویه‌ها، ارایه عملیات ایمن و قابل اعتماد با داده‌های ارایه شده سریع‌تر وجود دارد. PLC ابزاری است که داده‌ها را از حسگرهای متصل و ماژول‌های ورودی دریافت می‌کند، داده‌ها را پردازش می‌کند و ماژول‌های خروجی را بر اساس مشخصات از پیش برنامه‌ریزی شده راه‌اندازی می‌کند. این ابزار با نظارت بر ماژول‌های ورودی که دستگاه‌ها و ماشین‌ها به آن متصل هستند و هم‌چنین با استفاده از برنامه نرم‌افزاری اسکادا، اطلاعات مربوط به کارگاه را ثبت می‌کند. اپراتور خط تولید، PLC را نظارت و تنظیم می‌کند و داده‌ها را حتی از دوردست ثبت می‌کند. همکاری سیستم‌هایSCADA ، MES و HMI، همراه با یک راه‌حل سازمانی، به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهد تا بتوانند اطلاعات یک PLC را ببینند و آن را کنترل کنند.

۱۷- نتیجه

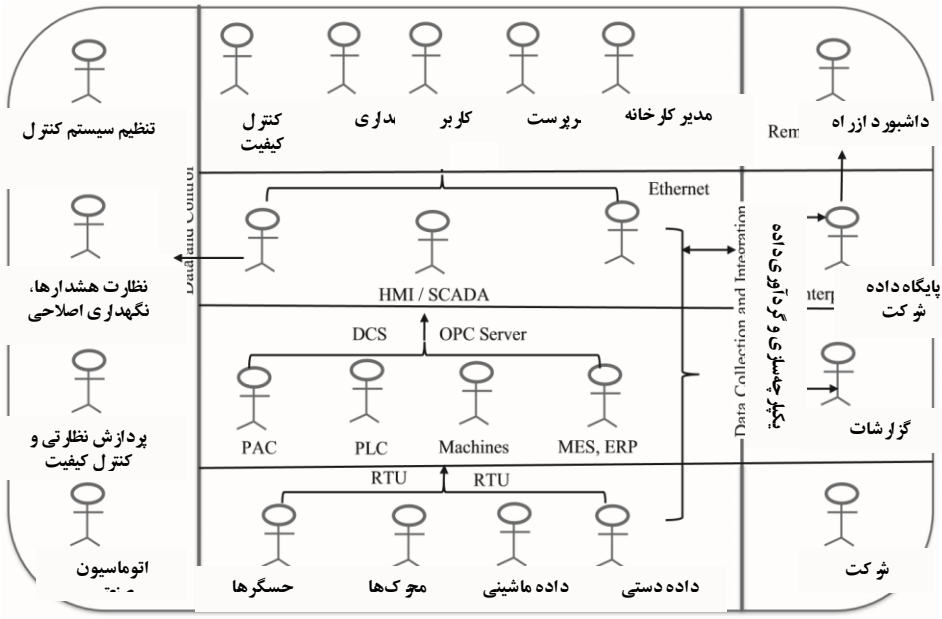
با داشتن PLC و SCADA و با ایجاد عادت‌های تحویل سفت و سخت می‌توان به اهداف موردنظر دست یافت و در نتیجه تولید، اثربخشی و هم‌چنین عملکرد را از طریق پروسه نظارت بر سیستم‌های فناوری اطلاعات و دستگاه‌های کنترل کننده صنعتی افزایش داد.

۱۸- فرآیند عملیات حرارتی

در فرآیند تولید قطعات خودرو مواد نقش حیاتی را ایفا می‌کنند و نحوه عملیات حرارتی برای استحکام و پایداری لازمه‌ای است که باید با دقت تمام انجام شود. حتی با ظهور خودروهای الکتریکی، عملیات حرارتی اجزای خودرو هم‌چنان وجود دارد. این فرآیند نقش مهمی در توسعه محصول و حفظ فناوری‌های جدید دارد. پیشرفت در فرآیند عملیات حرارتی در بخش‌های مختلف صنعتی به حفظ توان ورودی‌ها کمک می‌کند، نگرانی‌های مربوط به محیط‌زیست را برطرف می‌کند، به استفاده از مواد استاندارد به روش‌های مدرن و غیر سنتی و هم‌چنین به اجرای روش‌های دارای ارزش افزوده به منظور بهبود مواد موجود برای پیاده کردن دستورالعمل‌های بهتر و دقیق‌تر، ایمنی نیروی انسانی و تقاضاهای مشتری کمک می‌کند. ورود آلیاژ آلومینیوم سبک وزن در بدنه و قطعات خودرو باعث ایجاد موانع بیشتری در فرآیندهای حرارتی و تجهیزات شده است که مشخصه شکل‌پذیری و استحکام اجزا را بهبود می‌بخشد. کنترل صحیح نابسامانی‌ها و خطاهای پس از عملیات حرارتی عناصر سامانه تولید و انتقال نیرو در بازار خودرو، در تضمین قطعات درجه یک و هم‌چنین به حداقل رساندن روش‌های سخت ماشینکاری به منظور کاهش هزینه‌های کلی تولید، اهمیت بسزایی دارد. در حال حاضر، برای رفع چالش‌های موجود در رویه‌های تولید خودرو، نیاز محصولات به طور روزافزون به مواد فولادی و آلومینیومی با خواص مکانیکی و متالوژیکی تقویت شده نیاز دارند. در ادامه به برخی از کاربردهای سیستم اسکادا می‌پردازیم که در بهبود ایمنی، ساده‌سازی و خودکارسازی فرآیندهای عملیات حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۹- چالش‌های کسب‌وکار

خودکارسازی فرآیند عملیات حرارتی کاربردهای زیادی در صنعت خودرو دارد. بخش عمده این فرآیند در شرکت‌های کوچک به‌صورت دستی انجام می‌شود. شخص باید محفظه گرمایش خانگی را به طور مداوم کنترل کند و دما و مدت زمان حرارت اعمال شده در فولاد را در کل فرآیند عملیات حرارتی ثابت نگه دارد.



شکل ۲- خودکارسازی عملیات کنترل فرآیند کارگاه.

۲۰- پیش نیاز

شرایط لازم در فرآیند عملیات حرارتی، کنترل دقیق سطح دما، ساختار مناسب محیط و زمان‌بندی بخصوص است. عملیات حرارتی با حجم بالای مواد در صورتی به وقوع می‌پیوندد که در فرآیند گرمایش تداوم وجود داشته باشد و مواد به طور مداوم، بدون وجود نقطه شروع و توقف واقعی و بطور همزمان به داخل و خارج از محفظه حرارتی حرکت کنند.

۲۱- رویکرد

سیستم اسکادا قابلیت‌های شگفت‌انگیزی را برای نیروگاه‌های عملیات حرارتی به منظور فعالیت از راه دور و نظارت بر سیستم‌های گرمایشی با دستگاه‌های آنلاین کاربرپسند فراهم می‌کند. این سیستم به کنترل فرآیندها کمک کرده و بلافاصله اطلاعات را جمع‌آوری می‌کند تا از عملکرد صحیح سیستم‌ها و ثبت دقیق

تمام بخش‌های فرآیند اطمینان حاصل کند. PLC به تنظیم دما، سرعت خنک کننده و غیره و موارد موجود در بخش کنترل پایانه دستگاه ورودی و خروجی، یعنی موتورهای الکتریکی و سیلندرهای هیدرولیک ابزارهای جابه‌جایی، کمک می‌کند. اگر چه اسکادا این اطمینان را می‌دهد که نیرویی وجود دارد که به ابزارهای مختلف امکان حرکت در ایستگاه‌های کاری در چرخه‌های مختلف متوالی را می‌دهد، با این حال یکپارچگی کامل و الزامات انطباق تعریف شده در استانداردهای صنعتی پرکاربرد مانند AMS2750 در صنعت هوافضا و CQI-9 در صنعت خودرو نیز را نیز تضمین می‌کند.

۲۲- نتیجه

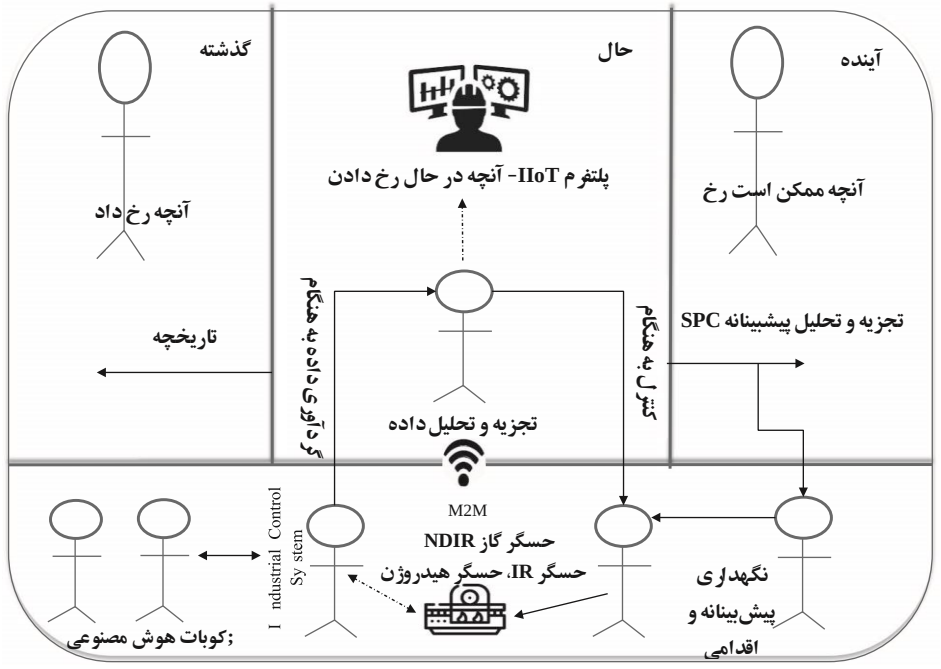
در عیب‌یابی سیستم، زنگ هشدار بخصوصی به صدا در می‌آید و فورا به اپراتور یا مسئول تعمیر و نگهداری مشخص هشدار می‌دهد تا ناهنجاری‌ها را شناسایی کرده و به سرعت عملیات مربوطه را ایمن کند. علاوه بر این، می‌توان از فرآیند تایید قطعات تولیدی (PPAP)[1] علاوه بر وادار کردن منابع شرکت‌های تولیدی کوچک به اثبات قابلیت فرآیند قبل از شروع تولید، برای ایجاد و ثبت رویه‌های عملیات حرارتی ثابت نیز استفاده کرد. این فرآیند آمادگی کیفیت رسمی را تضمین می‌کند و فروشندگان را مجبور می‌کند تا تمام تنظیمات فرآیند را گزارش و مستند کنند از استفاده محصولات غیرمنطبق جلوگیری می‌کند و امکان ادعا برای ضمانت را کاهش می‌دهد.

۲۳- نگهداری و تعمیرات پیشگویانه در فرآیند عملیات حرارتی

تعمیر و نگهداری پیش‌بینی کننده یا پیشگویانه در کوره فرآیند گرمایش نشان می‌دهد که آیا اقدامات تعمیر و نگهداری خاصی مورد نیاز است یا خیر و از تعمیر و نگهداری مبتنی بر زمان به تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط تبدی می‌کند. میزان مصرف انرژی به توان و زمان بستگی دارد. بسیاری از بخش‌های صنعتی برخلاف کوره‌های بلند از سیستم‌های گرمایشی در خلاء استفاده می‌کنند، زیرا این سیستم‌ها دی‌اکسیدکربن بسیار کمتری تولید می‌کنند و با محیط‌زیست سازگار هستند. IIoT به شناسایی و پیش‌بینی تمام مشکلات، چه در بخشی از سیستم و چه در کل سیستم گرمایش کمک می‌کند، در نتیجه بدون از دست دادن بهره‌وری، مقرون‌به‌صرفه‌ترین زمان‌ها و رویکردها را برای نگهداری و تعمیر تعیین می‌کند.

[1] Production Part Approval Process

دستگاه‌هایی که به یک دستگاه عملیات حرارتی متصل می‌شوند، به‌طور چشمگیری سالم‌تر و بی نقص‌تر شده‌اند که به موجب آن دیگر دوره جمع‌آوری فیزیکی اطلاعات توسط متخصصان خدمات به پایان می‌رسد. نوسازی کارگاه عملیات حرارتی برای موفقیت و بقای صنعت بسیار اهمیت دارد. فناوری نگهداری و تعمیرات پیش‌بینی‌کننده در حال تبدیل شدن به یک ابزار قدرتمند در زمینه عملیات حرارتی در بخش خودروسازی برای تجزیه‌وتحلیل عملکرد و اثربخشی است.



شکل ۳- کوبات و IIoT در فرآیند عملیات حرارتی.

۲۴- ساخت افزایشی

افزایش سرعت پیشرفت یک محصول همراه با نوآوری‌های فناورانه در موفقیت یک شرکت از اهمیت بالایی برخوردار هستند و نمونه‌سازی سریع یکی از ضروری‌ترین عناصر در توسعه محصول جدید است. ساخت سریع مدل‌های فیزیکی با استفاده از داده‌های سه بعدی طراحی کامپیوتری (CAD)، مفاهیم هوشمندانه را به قطعات نهایی موثر، سریع و کارآمد تبدیل می‌کند. طرح‌بندی محصول و روندهای نمونه‌سازی ساخت،

ارزیابی و بهینه‌سازی، مطابق با تمام مراحل مهم فرآیند طراحی پیش می‌رود. اولین نمونه، در واقع شکل اولیه محصول نهایی است که از آن برای ارزیابی طراحی، آزمایش فناوری یا ارزیابی اصول کار استفاده می‌شود و سپس مشخصات آیتم را در یک سیستم کاری واقعی ارایه می‌دهد. ابزار نمونه‌سازی سریع در فرآیند طراحی قطعات خودرو در حال حاضر در راستای ساخت افزایشی (AM) یا چاپ سه بعدی پیشرفت کرده است که برگ برنده‌ای برای سازندگان قطعات خودرو در شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات اصلی و صنایع کوچک و متوسط به شمار می‌آید.

تولید قطعات یدکی نمونه کلاسیک پرینت سه بعدی است. شرکت پورشه قطعاتی را برای طرح‌های قدیمی و رده خارج خود اختصاص می‌دهد و با استفاده از فناوری سه بعدی و شرکت فورد، چاپ سه بعدی را در فرآیند طراحی و توسعه محصولات خود گنجانده است و نمونه‌های اولیه‌ای که به‌صورت سه بعدی چاپ شده‌اند را ایجاد می‌کند تا بتواند از آن‌ها برای تایید طرح و هم‌چنین ارزیابی کاربردی استفاده کند.

ساخت افزایشی نمونه‌سازی سریع را در مرحله قبل از ساخت امکان‌پذیر می‌کند. یکی از محبوب‌ترین روش‌ها، تبدیل یک مدل با اطلاعات جزئی و به‌سرعت چاپ شده به مدل اصلی با جزئیات بالا و مناسب اعتبارسنجی برای تولید است. این امر باعث کاهش هزینه و هم‌چنین کاهش تولید زمانبر CNC می‌شود. قطعات ایجاد شده توسط چاپگر سه بعدی ارزان‌تر هستند و زمان ساخت داخلی آن‌ها بسیار کوتاه‌تر است. این فرآیند به طراحی در صنعت خودرو کمک می‌کند و در طی مراحل توسعه محصول جدید، امکان انتخاب از بین چند گزینه مشابه را به ارایه‌دهندگان محصول می‌دهد. از آنجایی که به راحتی می‌توان نظرات را در الگوهای طراحی گنجاند، بنابراین قطعات پرینت شده سه بعدی کاربرپسندتر بوده و تعامل اپراتوری بیشتری را به همراه دارند که همه این عوامل در نهایت به اثربخشی بی‌نظیر قطعه می‌افزاید.

۲۵- واقعیت مجازی و واقعیت افزوده

طراحان خودرو و قطعات خودرو با نمونه اولیه خودرو در تعامل هستند تا ارتباطات بین اجزا و قطعات را بهتر تشخیص دهند. واقعیت مجازی (VR) به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا تعداد الگوهای مورد نیاز برای ارتقاء خودرو را به‌طور چشمگیری کاهش دهند و این بررسی طراحی محصول را کارآمدتر می‌کند. در نتیجه، ظهور VR و AR امیدوارکننده‌ترین نوآوری صنعت چهارم است که به طور گسترده در صنعت خودرو رواج پیدا کرده است. VR این امکان را می‌دهد تا تمام CFT NPD/NPI و تامین‌کنندگان دقیقا در همان

فضای کار مجازی گرد هم آیند؛ بنابراین، به شفاف‌سازی سوء تفاهم‌ها کمک می‌کند و تصمیم‌گیری‌های سریع‌تر و قابل‌اعتمادتری را به همراه می‌آورد و مهارت‌های گسترده‌ای را به مهندسین آموزش می‌دهد. AR به سرعت مورد اقبال قرار می‌گیرد و موجب ارزشمندتر شدن شرکت و مشتریان می‌شود.

فناوری AR در یک خودرو، یک پیشرفت تجربه برای رانندگان است که می‌توان آن را در انواع صفحه نمایش‌های شفاف در شیشه جلو یافت. به کمک این فناوری می‌توان جزئیات بیشتری از محیط و مشکلات اطراف را مشاهده کرده و اطلاعات لحظه‌ای در مورد هر نوع رویداد مهم را بدون انحراف در رانندگی دریافت کرد.

نکته جالب و استثنایی در مورد فناوری AR این است که کاربران را قادر می‌سازد با استفاده از گرافیک‌های پشتیبانی شده توسط فناوری با دنیای واقعی ارتباط برقرار کنند. برای مواردی که بدون مکانیک خودرو و به سرعت قابل حل است، اپراتورها می‌توانند این فناوری را به صورت سلف سرویس یا همان خدمات خودمحور ارایه دهند.

توسعه خودروهای خودران، ابزارهای مورد استفاده در بخش خودرو را تغییر خواهد داد. مقبولیت و استفاده گسترده از این فناوری مدرن به یک تغییر قابل توجه در نگرش بستگی دارد. مشکل بازار خودرو، زمان‌بندی دقیق در سرمایه‌گذاری بر اساس نگرش‌های در حال تغییر است. امکان دسترسی به بازارهای جدید تنها به صنعت خودرو محدود نمی‌شود. علاوه بر این، نیاز جهانی به قطعات خودرو نیز همواره در حال افزایش است. این تغییرات یک سری موانع تولید مجزا برای ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی (EMS) ایجاد می‌کنند که به شرکت‌های سازنده تجهیزات خودرو و تامین‌کنندگان آن‌ها خدمت می‌کنند.

با درنظر گرفتن افزایش رضایت مصرف‌کننده، افزایش ایمنی محصولات، بهبود عملکردها و هم‌چنین افزایش سود خالص، به راحتی می‌توان فهمید که چرا ارزش یک سیستم تضمین کیفیت در بخش خودرو روز به روز بیشتر می‌شود. ایمنی همیشه حرف اول را می‌زند؛ یک سیستم نظارت با کیفیت عالی برای خودروها و هم‌چنین قطعات آن‌ها برای موفقیت در آزمون‌ها و استانداردهای ایمنی، یک ابزار مهم و ضروری محسوب می‌شود. محصولات خودروسازی علاوه بر کیفیت عملکردی باید هماهنگ بوده و اطمینان حاصل کنند که روش‌های ایده‌آل صنعت در سراسر شرکت‌ها دنبال می‌شود؛ بنابراین، یکی از این تکنیک‌ها تکنیک IATF 16949 است؛ یک استاندارد مدیریت با کیفیت بالا که در سطح جهانی به رسمیت شناخته شده است و زمینه را برای به انجام رساندن بهترین تکنیک در یک سازمان فراهم می‌کند و تمام حوزه‌ها از طراحی

گرفته تا تولید محصول نهایی و اجزای آن که بخشی از زنجیره تامین خودروسازی است را در بر می‌گیرد. شرکت‌های کوچک و متوسط که فاقد منابع لازم برای پاسخگویی به این تقاضاهای در حال افزایش هستند، ممکن است نیاز به استفاده از امکانات تضمین کیفیت شرکای تجاری بزرگ‌تر خود، متشکل از توزیع‌کنندگان و پیمانکاران فرعی بررسی، داشته باشند. این بدان معناست که شرکت‌های کوچک و متوسط باید از شرکای قشر خود درخواست کنند تا ضمانت‌های قراردادی خاصی را به مشتریان آن‌ها ارایه دهند. این شرکت‌ها هم‌چنین باید در زمینه زنجیره تامین عمدتا قراردادی خود اقداماتی را انجام دهند تا از تداوم عرضه، نیازهای منبع دوم و هم‌چنین سازگاری با مواد خطرناک و اخلاقی بودن قوانین منبع اطمینان حاصل کنند. به نظر می‌رسد که شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات اصلی در عین اینکه با صنایع کوچک و متوسط درگیر هستند، روش‌های خود را توسعه داده و همزمان از صنایع کوچک و متوسط می‌آموزند.

با توجه به اینکه اکثر خودروها به طور باورنکردنی پر از انواع سنسورها، قابلیت‌های الکترونیکی مصرفی و آگهی اطلاعاتی هستند، به همین دلیل سیل عظیمی از محصولات پیچیده و متعدد به بازار خودرو سرازیر شده است؛ به عنوان مثال می‌توان به افزایش تعداد سیستم‌های مورد نیاز کمک راننده برای مقابله با تمام حواس پرتی‌های ایجاد شده در کابین توسط نوآوری‌های مختلف دیگر اشاره کرد. توسعه محصول و فرآیند در صنعت خودروسازی پیشرفت چشمگیری داشته است. یک تامین‌کننده خودرو برای تولیدکنندگان قطعات اصلی (OEM) که این الزامات بازار را برآورده می‌کنند نشان می‌دهد که این تامین‌کننده می‌تواند محصولاتی با کیفیت بالاتر و با میزان خرابی کمتر ارایه دهد. یکی از این استانداردهای صنعتی، تعیین قابلیت بهبود فرآیند نرم‌افزار خودرو (ASPICE)[1] است که چارچوبی را برای مشخص کردن، اجرا و ارزیابی فرآیند مورد نیاز برای رشد سیستم متمرکز بر نرم‌افزار کاربردی و هم‌چنین اجزای سیستم در صنعت خودرو ارایه می‌دهد. در طول گزینه تامین‌کننده، یک تولیدکننده قطعات اصلی می‌تواند از ساختار ASPICE برای بررسی توانایی و کیفیت توزیع‌کننده استفاده کند. از سوی دیگر، ASPICE می‌تواند یک ساختار ایده‌آل برای تامین‌کنندگان باشد تا بتوانند کیفیت موجودی خود را تا چند درجه بالاتر ببرند. هم‌چنین این فرآیند شامل پشتیبانی می‌شود که در آن تامین‌کنندگان درجه یک و درجه دو می‌توانند نشان دهند که فرآیندهای داخلی آن‌ها چقدر قابل اعتماد و سازگار است و سپس محصولات خود را پیشنهاد کنند.

[1] Automotive Software Process Improvement Capability Determination

پیشرفت از سومین انقلاب صنعتی به سمت چهارمین انقلاب صنعتی و سپس پنجمین انقلاب صنعتی در راستای دیجیتالی شدن شامل فرآیندهای خودکارسازی، رباتیک، کوبات‌ها، هوش مصنوعی و سیستم یادگیری ماشین می‌شود. سازگاری سریع با این تحولات بنیادی موجود در بازار به منظور تداوم در رقابت و رسیدن به اوج، برای شرکت‌های کوچک و متوسط خودرو و تولیدکنندگان قطعات اصلی بسیار اهمیت دارد. سازمان‌ها برای پایداری و سازگاری سریع با تحولات فرآیندها باید رشد کنند.

۲۶- چالش‌های کسب‌وکار در تحول فرآیند

تحول فرآیند، خودکارسازی و معرفی مدل‌های کسب‌وکار جدید، حوزه صنعت را در چند سال اخیر تغییر داده است و شرکت‌ها بایستی با شرایط جدید سازگار شوند. الگوهایی مانند اتصال پیشرفته، اصول زیست‌محیطی، IIoT، خدمات بی‌سیم و برداشت‌های مشتری، مسیر سرمایه‌گذاری‌ها را به سوی بهبود فرآیند در صنعت خودرو هدایت می‌کنند. اقدامات و تلاش‌ها برای تغییر فرآیند، به منظور مقرون‌به‌صرفه ماندن در این دنیای تولید هوشمند، مدهای فناوری محور را با تقاضاهای مصرف‌کننده بهم متصل می‌کند. زنجیره‌های تامین متصل هوشمند هزینه‌ها را کاهش می‌دهند، مصرف‌کنندگان را بیشتر درگیر می‌کنند و هم‌چنین اطلاعات مربوط به کاربران را جهت ارایه خدمات بهتر جمع‌آوری می‌کنند. برخی از چالش‌ها عبارت‌اند از تنظیم برنامه‌ریزی و آماده‌سازی هزینه، برنامه‌ریزی انتشار، حسابداری، نظارت بر موجودی در کنار آماده‌سازی تولید است. در زمینه تحول فرآیند، این وظایف به دلیل استفاده از مقادیر زیاد اطلاعات پیچیده‌تر می‌شوند.

از جمله چالش‌های رایجی که شرکت‌های کوچک و متوسط با آن‌ها روبرو هستند می‌توان به کاهش قدرت خرید مشتری، محدودیت در ارتباطات، کمبود منابع، لغو سفارشات، مشکلات نقدینگی و هم‌چنین اختلال در زنجیره تامین اشاره کرد. شرکت‌های کوچک و متوسط برای پذیرش و جلو رفتن پا به پای تحولات صنعتی (صنعت سوم، چهارم و پنجم)، بایستی به سرعت دست به‌کار شده و یک راهکار دیجیتالی کلی را در پیش بگیرند تا از وقوع رویدادهای احتمالی مصون مانده و نیازی به چابکی بیشتر، سرعت بالاتر و هم‌چنین جسارت بیشتر نداشته باشند. شرکت‌های کوچک در ابتدا نیاز به تعیین موقعیت خود و درک کلی از تحول فرآیند دارند. تعداد کمی از شرکت‌های کوچک و متوسط که با فناوری آشنایی ندارند، برای درک اینکه چه چیزی را دیجیتالی کنند، از کدام فناوری استفاده کنند، دقیقا چگونه روی اهداف خود تمرکز

کنند و اینکه به کدام تغییرات تجاری (در مهارت‌ها و عملکردها) نیاز دارند، تلاش می‌کنند. لزومی ندارد که شرکت‌های کوچک برای دست‌یابی به هدف خود حتما از برنامه‌های کاربردی بزرگ و پرهزینه استفاده کنند. بسیاری از این نرم‌افزارهای تجاری مبتنی بر بستر ابر هستند و نسخه آزمایشی چهارده روزه تا یک ماهه دارند و به شرکت‌ها این فرصت را می‌دهد تا تصمیم بگیرند که آیا برنامه با فرآیند تجاری آن‌ها مطابقت دارد یا خیر. هرچه این شرکت‌های کوچک زودتر به چالش‌های فوق بپردازند، سریع‌تر می‌توانند از مزایای آن بهره ببرند و جایگاه بهتری نسبت به رقبای خود پیدا کنند.

تولیدکنندگان تجهیزات اصلی (OEM ها) یا شرکت‌های بزرگ دارای تعداد بی‌شماری از سیستم‌های مجزا هستند، از جمله بخش‌های متعددی حاوی اطلاعات مربوط به تعاملات مصرف‌کننده که هیچ روش مشخصی برای سازماندهی آن‌ها وجود ندارد. یکی از روش‌ها دست‌یابی به موفقیت آزمون و خطا و تجربه کردن است، در این مسیر اقدامات جدید به طور منظم و بر اساس نظرات و داده‌های کاربر اضافه می‌شوند، ارزیابی می‌شوند، اصلاح و مرتب می‌شوند. شناسایی زودهنگام بازارهای نوظهور یا کاستی‌های فناورانه یا افزایش تشخیص رقبا، شرکت‌ها را تحت تاثیر قرار داده و آن‌ها را به واکنش سریع ترغیب می‌کند. آن‌ها هم‌چنین می‌توانند فرآیندهایی را ایجاد کنند که برای تولید مشخصات موارد مورد انتظار در سفر تحول آینده خود طراحی شده‌اند. تعهد و نگرش منعطف در همه سطوح بخش‌های داخلی مورد نیاز است. رشد و قدرت آینده مستلزم تمرکز یکسان بر معیارهای مختلف است که شامل رضایت مشتری، رشد سازمانی، راستی آزمایی زمان عرضه به بازار برای محصولات جدید و هم‌چنین مسائل تعدیل درونی می‌شود. یکی از روش‌های موثر این است که هر چند ماه یکبار یک قدم به عقب برداشته و ارزیابی کنیم که چگونه کسب‌وکارهای دیگر در این بازار رقابتی سودآور هستند.

به طور کلی، تولیدکنندگان خودرو باید از پیشگامان فناوری مدرن بیاموزند و شروع به دیجیتالی کردن کل فرآیند تولید خود کنند. برخی از چالش‌های دیگری که صنعت خودرو با آن مواجه است عبارت‌اند از: ایمنی و سلامت، هماهنگی، برآورده کردن درخواست‌های مشتری و انتظارات دیجیتال، مدیریت داده‌های کلان، کار با متخصصان بهبود دهنده فرآیند مکمل جدید و توسعه زنجیره ارزش که بر تمام جوانب صنعت خودرو تاثیر می‌گذارند. تولیدکنندگان تجهیزات اصلی در پذیرش تحول فرآیند و نوآوری‌های مبتکرانه پیشرو هستند، در حالی که تعداد کمی از شرکت‌های کوچک و متوسط در این زمینه نوپا هستند. سرمایه‌گذاری مالی برای تغییر رویه صنعت خودروسازی و شرکت باید روی یکی از مفیدترین موارد کاربردی با بالاترین بازگشت

سرمایه (ROI) ممکن متمرکز باشد. تمام تحولات باید در ابتدا با تحلیل و مطالعه راجع به طرح‌ها، رویه‌ها و ساختارهای سازمانی ناکام و ارزیابی شده در یک کسب‌وکار آغاز شود. در تحول فرآیند باید بر اساس هدف و نوع خدمات دهی، یک راهکار جامع و پایدار به عنوان اصلی‌ترین بخش فرآیند درنظر گرفته شود، راهکاری که تضمین کند نوآوری اهداف تجاری را تایید می‌کند.

۲۷- ارتباط انقلاب فرآیند با تحول فرآیند

تحول صنعتی زمانی ارزشمند است که بتواند در نهایت خلا بین تولید و مهندسی را پر کند. هنگامی که محصولات به روز می‌شوند، تمام عوامل مورد نیاز برای تولید، از تصاویر محصول گرفته تا هزینه مواد، می‌توانند به‌صورت آنلاین به همه کارخانه‌ها ارسال شوند. علاوه بر این، دریافت مستقیم اطلاعات مربوط به ساخت و تولید به‌صورت زنده از مهندسین طراحی، زمان تکرار و تایید الگو را کاهش می‌دهد. اصرار کسب‌وکارهای کوچک و متوسط و سازندگان تجهیزات اصلی به مراقبت جدی از داده‌های مربوط به محصول، از ایده اولیه محصول گرفته تا پایان عمر مفید آن، تصمیم‌گیری قاطعانه و برآوردهای موثر است. ایمنی محیط کار را می‌توان با کمک کوبات در مدیریت مشاغل خطرناک افزایش داد. کوبات‌های دارای دوربین مخصوص با روش انتگرال‌گیری ساده کیفیت را آزمایش و بررسی کرده و با شناسایی اجزای معیوب قبل از ارسال به آخرین مونتاژ، کیفیت بالای محصولات نهایی را تضمین می‌کنند. کوبات‌ها به مرور توسط هوش مصنوعی و فناوری یادگیری ماشینی پشتیبانی می‌شوند، این به آن‌ها امکان انجام کارهای پیشرفته در عین پیاده‌سازی درس‌های یادگیری شده را می‌دهد. خودکارسازی فرآیند تولید فقط محدود به ایجاد فن آوری‌های جدید و مدرن نمی‌شود؛ بلکه با ارتقاء سیستم خودکارسازی فعلی می‌توان آن را کوچک‌تر کرده و با اعمال اختیارات جدید و افزایش تسلط، آن را موثرتر، کارآمدتر و قابل دسترس‌تر کرد. توسعه محصولات هوشمند دارای قطعات کاربردی که برای پاسخگویی به عوامل خارجی خاص طراحی شده‌اند، به همراه چاپ سه بعدی، زمینه را برای چاپ چهار بعدی فراهم می‌کند. فناوری چاپ چهار بعدی در صنعت خودروسازی می‌تواند کار را تکمیل کند و آن را مطابق با وضعیت در حال تغییر طبیعت سازگار کند. نوآوری چاپ چهار بعدی که با کوبات‌ها ادغام شده است، آن‌ها را قادر می‌سازد تا بازمصرف متناسب اجزای خودرو را چاپ کنند.

شرکت‌های تولید کننده تجهیزات اصلی و شرکت‌های کوچک و متوسط می‌توانند با کمک هوش مصنوعی فرآیندها، تجهیزات، دستگاه‌ها و نیازهای نیروی کار را خودکار کرده، مایحتاج را پیش‌بینی کنند و موجودی‌ها، لجستیک و نظارت را افزایش دهند. استفاده از نوآوری هوش مصنوعی در صنعت خودرو باعث همکاری مشترک سازندگان قطعات معمولی، ابر قدرت‌های فناوری، استارت‌آپ‌های خاص و ارایه‌دهندگان خدمات شده است. استفاده از هوش مصنوعی در شرکت‌های تولید کننده تجهیزات اصلی ارزش تلاش و هزینه را دارد و این شرکت‌ها حاضرند در این مسیر خطرات اقتصادی احتمالی را تحمل کنند. تامین‌کنندگان می‌توانند از سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای انجام کارهای روزمره، مدیریت فرآیندها، فعالیت ایمن در کنار انسان‌ها (تا حدی) در خط تولید و هم‌چنین تشخیص ایرادات اجزای سازنده، استفاده کنند. هوش مصنوعی هم‌چنین می‌تواند به عنوان یک عامل جهت خودکارسازی، تسریع و افزایش دقت فرآیندهای طراحی و توسعه محصول عمل کند. سخت‌افزاری که مجهز به هوش مصنوعی است می‌تواند به صورت بصری موارد متعددی مانند قطعات ماشینکاری شده، بدنه خودروهای رنگ شده و سطوح فولادی متمایز را بازرسی کرده و کنترل کیفیت بی‌نظیری را ارایه دهد. از نوآوری متکی بر هوش مصنوعی در خودروهای هدایت شونده خودکار (AGV) نیز استفاده شده است. AGV ها فقط با تکیه بر هوش مصنوعی و بدون نیاز به هیچ گونه دخالت انسانی، می‌توانند اشیاء نزدیک به خود را تشخیص دهند، مسیر خود را دوباره تنظیم کنند و هم‌چنین مواد را به بخش‌های مختلف در کارخانه خودروسازی حمل کنند. علی رغم وجود مشکلاتی مانند پیچیدگی در رشد نرم‌افزار، انعطاف‌پذیری و قوانین، حوزه‌های مختلف در بخش خودرو در حال حاضر از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند و شاهد افزایش اثربخشی و بهبود رویه‌های خود هستند. استفاده از الکترونیک، فناوری اطلاعات و ارتباطات در خودرو بزرگ‌ترین محرک‌های تغییر و توسعه هستند. تامین‌کنندگان نقش بزرگی را در زمینه طراحی سیستم‌ها، کنترل زنجیره‌های تامین جهت تولید و هم‌چنین در زمینه مونتاژ ایفا می‌کنند. نوآوری‌ها و ایده‌های جدید صنعت چهارم در خودروها نصب شده‌اند و رابطه بین شرکت‌های فناوری و تولیدکنندگان بازار خودرو هم‌چنان دستخوش تغییرات قابل توجهی خواهد شد.

به‌کار گرفتن فناوری صنعت چهارم به منظور نظارت و تجزیه‌وتحلیل کارآمد به‌صورت فوری لازمه اصلی در محیط تولید متصل و هوشمند است. سیستم اجرایی تولید در فرآیند تولید برای ردگیری و هم‌چنین ثبت فرآیند تبدیل مواد اولیه به محصول نهایی استفاده می‌شود، از طریق ارتباط ماشین با ماشین (M2M) با خودکارسازی

فرآیند رباتیک یکپارچه شده و امکان ردیابی و تحلیل آنی داده‌ها را فراهم می‌کند که این امر منجر به افزایش سرعت در تولید خودرو می‌شود. بهره‌برداری از اطلاعات آنی حاصل از اقدامات در کارگاه، کیفیت بالا و پرسنل کارخانه تولیدی می‌تواند به تحلیل علل ریشه‌ای کمک کرده و شیوه انجام کار را با بالاترین سرعت ممکن اصلاح کند. به‌کارگیری روش‌های با کیفیت بالا و نوآوری صنعت چهارم، تعامل را سرعت بخشیده و اقدامات بین‌المللی پایدار را تضمین می‌کند که با افزایش انطباق تنظیم کننده برابری می‌کند. ارایه محصولات با کیفیت و بی نقص نه تنها از نظر کنترل کیفیت، بلکه از نظر ایمنی برای شرکت‌های تولید کننده تجهیزات اصلی خودرو و شرکت‌های کوچک و متوسط اهمیت زیادی دارد و با فراهم کردن استاندارد عالی برای جلب رضایت کامل مصرف کننده منجر به یک تجربه مثبت می‌شود.

با ظهور صنعت پنجم، فرآیند تولید در صنعت خودروسازی با استفاده از هوش مصنوعی به طور قابل توجهی تغییر خواهد کرد و دیگر برای انجام این وظایف نیاز به وجود نیروی انسانی نخواهد بود. علاوه بر این، تولیدکنندگان استفاده از ربات‌های اسکلت خارجی صنعتی پوشیدنی را برای محافظت از کارمندان انسانی مورد بررسی قرار می‌دهند که آن‌ها را بسیار قدرتمندتر کرده و در عین حال قابلیت تحرک آن‌ها را به حداکثر می‌رساند. روباتیک و کوبات‌ها با استفاده از دستورالعمل‌های هوش مصنوعی در نهایت نیاز به کارگران کم مهارت را به صفر می‌رسانند و به‌صورت ذاتی این توانایی را دارند که این کارگران را برای کارهای سطح بالاتر مجددا آموزش دهند. از آنجایی که شرکت‌های تولیدی از IIoT در قالب نرم‌افزار پیشرفته‌ای استفاده می‌کنند که داده‌های مهم را تجزیه‌وتحلیل می‌کند، تولیدکنندگان خودرو می‌توانند در جهت اهداف تولید ناب کار کنند و در نتیجه میزان کل تولید و کیفیت فرآیند را بهبود بخشند. زمان آن فرا رسیده است که هم تولیدکنندگان مستقل و هم شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات اصلی صنعت سوم را همراه با صنعت چهارم از طریق تغییرات فناورانه صنعت پنجم با آغوش باز بپذیرند. کسب‌وکارهای تولید خودرو با ترکیب ابزارهای ARبا فناوری‌های مدرن تشخیص تصویر پیشرفته، توان محاسباتی، ابزارهای IoT/IIoT و هوش مصنوعی به منظور توسعه دستگاه‌های ارزیابی بسیار قدرتمند، عملکردهای خود را به‌طور هدفمند بهبود می‌بخشند.

۲۸- خلاصه

پتانسیل تحول صنعتی در صنعت خودروسازی بسیار قابل توجه است. انسان، ماشین و تولید به شکل هوشمندانه‌ای به هم متصل شده‌اند. محصولات تخصصی و با کیفیت را می‌توان در مدت زمان کوتاه‌تری

توسعه داد و هزینه‌ها را رقابتی کرد. صنعت آینده به طور ریشه‌ای متحول خواهد شد تا بتواند تقاضای مصرف‌کننده را از پیش برآورده کند. این تحول شامل تغییر در فرآیندهای تولید از جمله ابزارهای هوشمند، کاهش کار یدی، کاهش زمان توقفات تولید و به طور قابل توجهی تغییر در سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر است. به دلیل افزایش تقاضا برای خودکارسازی کارخانه‌ها، مطمئنا در آینده کوبات‌ها، نرم‌افزارها و ایستگاه‌های کاری کوچک‌تر و شخصی‌سازی شده، ارزان‌تر خواهند بود؛ بنابراین، نه تنها خود محصول، بلکه دستگاه‌های سازنده محصول نیز ممکن است مدولار بوده و خود را بر اساس تغییرات مورد نظر در طراحی محصول تغییر و ارتقاء دهند. رویه طراحی محصول در آینده مطمئنا سیستم کیفیت موجود را به گونه‌ای تقویت می‌کند که بتواند در عین حفظ همان سطح کیفیت و یکپارچگی، با سرعت بالاتر به مصرف کنندگان پاسخ دهد. این موضوع صرفا شامل بررسی مواد پیچیده نمی‌شود، بلکه شامل فرآیندهایی که از این مواد استفاده می‌کنند نیز می‌شود.

قطعا در آینده فرآیندهای صنعتی با توجه به تغییر سبک روز در جهت خودروهای الکتریکی تغییر خواهند کرد و هم‌چنین، خودروهای مستقل نیز در فرآیند تولید موثر خواهند بود. موتور خودرو در حال حاضر با پیل‌های باتری جایگزین شده است. این کل سیستم تولید و عرضه و هم‌چنین نوآوری‌های فرآیند در طراحی و توسعه محصول، توزیع محصول و تدارکات را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. از آنجایی که مشتریان برای سفارشی‌سازی و محصولات کاملا شخصی‌سازی شده آینده به شدت تلاش می‌کنند، بنابراین سیستم‌های توزیع سریع‌تر در اولویت قرار می‌گیرند. نظر به اینکه ماشین‌های مجهز به حسگرها هوشمندتر هستند، در نتیجه جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات یک عنصر ضروری در صنعت چهارم محسوب می‌شود.

صنعت خودرو با تغییرات اساسی در روند خود مواجه است که به عنوان مثال می‌توان به الکتریکی شدن سامانه تولید و انتقال نیرو و پذیرش پیشرفت استانداردهای فناوری به ویژه دیجیتالی شدن اشاره کرد. در حال حاضر، بیشتر صنایع خودروسازی بر پایه نسل دوم، سوم و چهارم تحول صنعتی استوارند. این نشان می‌دهد که حتی اگر تولیدکنندگان خودرو دارای ریزپردازنده‌ها، رباتیک و هم‌چنین سیستم‌های رایانه‌ای به عنوان پشتیبان باشند، باز هم یک سری عملیات به‌صورت دستی انجام می‌شوند. این ممکن است مستلزم انجام بازرسی‌های بصری روی محصول، تامین‌کنندگان محصول و تدارکاتی مانند جابجایی مخازن به‌صورت دستی باشد. علاوه بر این، دلیل اصلی کیفیت پایین قطعات عدم آموزش روش‌های دستی به افراد است؛ بنابراین، تولیدکنندگان خودرو باید در حین سفر خود از صنعت سوم به سمت صنعت چهارم و قبل از شروع حرکت

به سمت صنعت پنجم، کاملا کامپیوتری شده باشند. اکثر جوانب حوزه خودروهای معمولی تحت تاثیر نوآوری‌های فناورانه قرار گرفته‌اند. شرکت‌های کوچک و متوسط قصد دارند به جای نگرانی، با توسعه قطعات خودرویی که آلودگی ایجاد نمی‌کنند، بدون دود یا گازهای خطرناک هستند، ضایعات را کاهش می‌دهند و به فرآیندهای قابل اعتماد انرژی و سازگار با محیط‌زیست هوشمند و متصل پایبند هستند، آن‌ها را هدایت کنند. این امر باعث دست‌یابی به فناوری‌های کاملا جدید می‌شود که حوزه‌های صنعت خودروسازی و اغلب خود فرهنگ را متحول می‌کند.

منابع

[52] Akgun, A. E., Byrne, J. C., Keskin, H., & Lynn, G. S. (2006). Transactive memory system in new product development teams. *IEEE transactions on engineering management*, *53*(1), 95-111.

[53] Alkhoraif, A., Rashid, H., & McLaughlin, P. (2019). Lean implementation in small and medium enterprises: literature review. *Operations research perspectives*, *6*, 100089.

[54] BMW UX. n.d. BMW Head Up Display: How It Works and What Information Can You See. https://www.bmwux.com/bmw-performance-technology/bmw-technology/bmwhead-up-display-explained/

[55] Ford. n.d. Building in the Automotive Sandbox. https://corporate.ford.com/articles/products/building-in-the-automotive-sandbox.html

[56] Henry Ford. n.d. 3D Printing & Product Design. https://www.henryford.com/innovations/education-design/3d-printing

[57] Hovorun, T. P., Berladir, K. V., Pererva, V. I., Rudenko, S. G., & Martynov, A. I. (2017). Modern materials for automotive industry. *Journal of engineering sciences*, (4, Iss. 2), F8-F18. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSU_tekh_2017_4_2_10

[58] Liu, L., Xu, H., Xiao, J., Wei, X., Zhang, G., & Zhang, C. (2017). Effect of heat treatment on structure and property evolutions of atmospheric plasma sprayed NiCrBSi coatings. *Surface and coatings technology*, *325*, 548-554. https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.07.011

[59] Loughlin, S. (2003). A holistic approach to overall equipment effectiveness (OEE). *Computing and control engineering*, *14*(6), 37-42.

[60] Martin, J. N. (2020). *Systems engineering guidebook: a process for developing systems and products*. CRC press.

[61] Mathivathanan, D., Kannan, D., & Haq, A. N. (2018). Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: a multi-stakeholder view. *Resources, conservation and recycling*, *128*, 284-305. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.003

[62] Mayyas, A., Qattawi, A., Omar, M., & Shan, D. (2012). Design for sustainability in automotive industry: a comprehensive review. *Renewable and sustainable energy reviews*, *16*(4), 1845-1862.

[63] Miller, W. S., Zhuang, L., Bottema, J., Wittebrood, A., De Smet, P., Haszler, A., & Vieregge, A. J. M. S. (2000). Recent development in aluminium alloys for the automotive industry. *Materials science and engineering: A*, *280*(1), 37-49.

[64] Newsroom, P. (2018). Porsche classic supplies classic parts from a 3D printer. https://newsroom.porsche.com/en/company/porsche-classic-3d-printer-spare-parts-sls-printer-productioncars-innovative-14816.html

[65] Piccinini, E., Hanelt, A., Gregory, R., & Kolbe, L. (2015). Transforming industrial business: the impact of digital transformation on automotive organizations. https://scholar.archive.org/work/ykeinifjmrd4bnlmtmkblxfpta/access/wayback/https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1424&context=icis2015 In *36th International Conference on Information Systems*. Fort Worth, TX, 201

[66] Sturgeon, T. J., Memedovic, O., Van Biesebroeck, J., & Gereffi, G. (2009). Globalisation of the automotive industry: main features and trends. *International journal of technological learning, innovation and development*, *2*(1-2), 7-24.

[67] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product design and development*. McGraw-hill. https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/9147

فصل پنجم

تحول در حوزه الکترونیک پیشرفته

صنایع الکترونیک یکی از سریع‌ترین، نوآورانه‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین صنایع در حال توسعه هستند. الکترونیک نقش بسیار مهمی در فرآیند مدرن‌سازی ایفا می‌کند و باید در تمامی بازارهای اقتصاد صنعتی پویا مورد استفاده قرار گرفته و به طور قابل توجهی پیشرفت کند. این حوزه شامل شرکت‌های مرتبط با ساخت، طراحی، توسعه، مونتاژ و تعمیرات تجهیزات و قطعات الکترونیکی می‌شود. لوازم الکترونیکی از قطعات مجزا مانند مدار یکپارچه، قطعات الکترونیکی مصرفی، دستگاه‌های صنعتی و دستگاه‌های پزشکی، بهداشتی، اطلاعاتی و مخابراتی تشکیل شده‌اند. الکترونیک بسیاری از بخش‌های تولیدی و صنعتی را نیز پشتیبانی می‌کند و وظیفه ایجاد تمام دستگاه‌های دیجیتالی پیشرفته برای آینده را بر عهده دارد.

قابلیت‌های دستگاه‌های الکترونیکی و ابزارها در زمینه سیستم‌های تبلیغاتی و ایمنی خودرو، رباتیک تاسیسات تولیدی و خودکارسازی برای کاربردهای صنعتی در حال گسترش است. افزایش نوآوری‌های فناورانه، تقاضای مصرف‌کنندگان برای ابزارهای کوچک‌تر و در عین حال کاراتر و نامحدودتر و گسترش سریع تلفن‌های همراه، باعث شده است که دستگاه‌های الکترونیکی توسعه یافته و به شیوه‌ای مقرون به صرفه به بازار عرضه شوند. ما شاهد تغییرات چشمگیری در زمینه تولید محصولات الکترونیکی هستیم که از بین آن‌ها می‌توان به ادغام محصولات در سطح بالا، یکپارچگی، عملکرد به مراتب بهتر، افزایش تعداد محصولات تولید شده و به حداقل رسیدن هزینه‌های ساخت دستگاه اشاره کرد. تولیدکنندگان تجهیزات اصلی (OEM) و تولیدکنندگان طرح اصلی (ODM) به طور قابل توجهی فرآیند توسعه محصول و توسعه محصول جدید (NPD) یا نحوه عرضه محصول جدید (NPI) به ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی (EMS) را تغییر می‌دهند.

فشار مداومی روی تولیدکنندگان نیمه هادی، از ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی گرفته تا تولیدکنندگان طرح اصلی و تولیدکنندگان تجهیزات اصلی و تولیدکنندگان قراردادی کوچک تا متوسط وجود دارد تا بتوانند با اصلاح پیشرفته‌ترین فناوری مدرن اخیر، محصولات با کیفیت‌تری ارایه دهند. تولیدکنندگان صنعت الکترونیک در زمینه رقابت با سایر تامین کنندگان بین المللی با چالش‌های بزرگی روبرو هستند. محدودیت شدید زمان و کاهش مدت زمان حمل‌ونقل در عین حفظ کیفیت ثابت، نشان دهنده اهمیت بالای تولید بهینه است. موفقیت در بازار فناوری پیشرفته معمولا به توانایی سازمان در عرضه محصولات نوآورانه و مقرون به صرفه به بازار قبل از آغاز رقابت بستگی دارد. تامین‌کنندگان دیجیتال قبلا به هنگام تبدیل خط مونتاژ به کارخانه‌های متصل کاملا خودکار به این موضوع پرداخته‌اند. صنعت چهارم نه تنها

فن‌آوری‌های مدرن و محصولات هوشمند جدید را هدایت می‌کند، بلکه به گسترش تولید نیز کمک می‌کند.

۱- مسیر فضای دیجیتال

اگرچه فولاد عامل اصلی تحول صنعتی اولیه بود، اما نیمه هادی‌ها تا به امروز در بیشتر صنایع کاربرد گسترده‌ای داشته و در آینده نیز خواهند داشت. به نظر می‌رسد که نوآوری‌های الکترونیکی بخش جدایی‌ناپذیر نسل بعدی باشند. یافتن روش‌های اخلاقی برای تامین منابع محصولات، مطمئنا به پیشرفت تحول دیجیتال صنعتی کمک خواهد کرد. مصرف‌کنندگان جهانی نیاز بیشتری به پیکربندی بر اساس سفارش، ساخت بر اساس سفارش و مونتاژ بر اساس سفارش محصولات دارند. فرآیندهای متوسط و وجود سیستم‌های یکپارچه ضعیف به معنای نابودی ارایه‌دهندگان خدمات تولید است، به‌ویژه در عصر امروزی که نیازهای مصرف‌کننده و هم‌چنین فناوری‌های مدرن به سرعت در حال تغییر است. تولیدکنندگان نیمه هادی مفاهیم پیچیده‌ای را مدیریت می‌کنند تا بتوانند خطوط تولید خود را مستقیما به کارخانه‌های متصل هوشمند و کاملا خودکار تبدیل کنند. در مورد بازار نیمه هادی‌ها، هزینه بالای ورقه‌های سیلیکونی[1] باعث کاهش هزینه اتصال قطعات الکترونیکی به غلاف یونیورسال درب جلو می‌شود و در افزایش عملکرد تولید تاثیر بسزایی دارد.

نیاز به تولید کنندگان تجهیزات اصلی و ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی تولید نیمه هادی سازگار، ارزان قیمت، دارای حجم کم با ترکیب بالا و یا ترکیب کم با حجم بالا، نیازمند خودکارسازی فوق پیشرفته با امکانات کنترلی است که به مصرف‌کنندگان کمک می‌کند تا به اهداف تجاری و فناوری خود دست پیدا کنند. ساخت مدارهای مجتمع کار بسیار پیچیده‌ای بوده و شامل مراحل پردازش متعددی است که همه ورقه‌های سیلیکونی بسیار ریز اندازه را تغییر می‌دهند. تولیدکنندگان نیمه هادی از دسته‌های مختلفی از لوازم الکترونیکی مشتری و صنعتی گرفته تا خودرو تشکیل شده‌اند. تولید نیمه هادی‌های سنتی به مدیریت یک فرآیند ادغام شده با یک سیستم کنترل فرآیند آماری نامحدود (SPC)[2] بستگی دارد که برای نظارت بر روند تولید از آن استفاده می‌شود. رویه‌های تولید نوآورانه و خلاقانه مستلزم دقت و صحت بسیار زیاد است که

---

[1] تراشه های نیمه هادی

[2] Statistical Process Control

این نیز مستلزم استفاده سفت و سخت از سیستم کنترل فرآیند است. کنترل‌کننده فرآیند پیشرفته (APC) باعث بهبود در سودآوری محصول می‌شود. این سیستم از روش مرحله به مرحله و ورقه به ورقه برای کنترل ورقه و فرآیند پویا استفاده می‌کند و یک عامل مهم در افزایش کارایی، بازده، توان عملیاتی و سازگاری فرآیند تولید به شمار می‌آید. تقاضای تحویل فوری و کاهش زمان انتظار توسط مصرف‌کننده دلیل اصلی برای خودکارسازی فرآیند تولید تجهیزات الکترونیکی است.

راز موفقیت در تولید نیمه هادی‌های معاصر، فرآیند خودکارسازی و یکپارچه‌سازی است. ساخت اقلام نیمه هادی نیازمند کنترل نوآورانه کیفیت، بی نظمی، بازده و اطمینان‌پذیری است. برای اطمینان از صحت، کارآیی مجموعه فرآیندها، تنظیمات مشخصات معادل و یکپارچه‌سازی تمام کارهای کارخانه تولید ورقه‌های نیمه رسانا برای ارایه اثربخشی و انسجام و هم‌چنین یکپارچه‌سازی برنامه تولید، خودکارسازی اکثر مراحل تولید نیمه هادی از اهمیت بسیاری برخوردار است. فرآیند خودکارسازی قابلیت درک و کنترل لازم را برای پیشبرد رویه‌های تولید نیمه‌رساناها فراهم می‌کند که در آن ورقه‌های محصولات بر روی بسترها قرار می‌گیرند و سپس با ترکیب با آلاینده‌ها و با استفاده از فتولیتوگرافی (لیتوگرافی نوری) مدارهای مجتمع را ایجاد می‌کنند.

از آنجایی که برآورده کردن تقاضای مصرف‌کنندگان برای ابزارهای اجرایی با عملکرد بالاتر، مستلزم سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی روی ابزارهای اصلی است، بنابراین تولید دستگاه‌های الکترونیکی بسیار مقرون به صرفه‌تر تمام می‌شود. افزودن هوش به مواد اولیه قطعات الکترونیکی، طرح عملکردهای کاملا غیرمتمرکز مرتبط با صنعت چهارم را ارتقا می‌دهد. پیشرفت تولید قطعات الکترونیک استاندارد به گسترش تدریجی فروش جهانی دستگاه‌های الکترونیکی به بازارهای نوظهور و افزایش مداوم هزینه‌های پردازش و نیروی کار مربوط به تولید اقلام الکترونیکی است. متغیرهای رشددهنده بازار خودکارسازی شامل نیاز به اثربخشی عملکردی، نوآوری، شبیه‌سازی سیستم و توسعه در نوآوری ارتباط ماشین با ماشین (M2M) است. سازندگان دستگاه‌های الکترونیکی نه تنها امکانات اختصاصی خود را به کارخانه‌های هوشمند تبدیل می‌کنند تا از طراحی به تولید برسند، بلکه نسخه‌های تجاری جدیدی را با تحول دیجیتال و منحصربه‌فرد خود توسعه می‌دهند.

۲- انواع انقلاب‌های خودکارسازی فرآیندی

تولید و مونتاژ قطعات الکترونیکی تنها یکی از پیچیده‌ترین محیط‌های تولید در حوزه صنعت در سطح جهان است. در گذشته بسیاری از عملیات مانند روال ساخت، ارزیابی و جابجایی محصول به صورت دستی انجام می‌شد. با کاهش ابعاد عناصر، مقاومت ابزارها در برابر ذرات و سایر انواع آلودگی‌ها نیز کمتر شد، به طوری که اساسا هیچ مقاومتی در برابر آلودگی روی ورقه، پوشانه و سایر موارد وجود ندارد. فناوری مدرن فرآیندی تا جایی تکامل یافته است که سطح پایین یا حتی صفر آلودگی در تنظیمات رویه و تجهیزات در میان ارایه دهندگان خدمات تولید الکترونیکی و تولیدکنندگان تجهیزات اصلی به یک استاندارد تبدیل شده است.

صفحه‌های مدار چاپی (PCB)[1] یا بردهای الکترونیکی جزء اصلی تجهیزات الکترونیکی و ریزپردازنده‌ها هستند و بیش از هر چیز دیگری در صنایع ابزارهای الکترونیکی مورد نیاز هستند. این صفحات زمینه‌ای برای نگهداری سیم‌کشی و مونتاژ سطحی اجزاء کوچک در قطعات الکترونیکی فراهم می‌کند. برد مدار چاپی دارای قطعات الکترونیکی را مونتاژ مدار چاپی (PCA)[2] و روند مونتاژ آن را مونتاژ برد مدار چاپی (PCBA)[3] می‌نامند. فرآیند مونتاژ برد مدار چاپی یک روش بسیار تخصصی و مستلزم دقت است تا بتوان روی آن سرمایه‌گذاری جسورانه انجام داد. این فرآیند دارای مراحل مختلفی از جمله روغن‌زدن به محل لحیم‌کاری صفحه، چیدن و نصب قطعات، لحیم‌کاری، بازرسی و آزمایش آن است. همه این فرآیندها برای اطمینان از تولید محصولی با بهترین کیفیت مورد نیاز بوده و نیاز به نظارت دارند.

۳- خودکارسازی طراحی الکترونیکی

صنعت الکترونیک بیشتر با بازارهای عمودی فناوری مدرن مانند خودروسازی، هوافضا، پزشکی و سایر بازارهای صنعتی که نیازمندی‌های گسترده‌ای دارند، سروکار دارد. دیجیتالی شدن حوزه‌های صنعتی پیشرفته در واقع یک بازار کاملا جدید و در حال توسعه برای خودکارسازی طراحی الکترونیکی (EDA) برای طراحان ایجاد کرده است. توسعه‌دهندگان قطعات الکترونیکی و هم‌چنین ارایه‌دهندگان خدمات از فناوری فتوپلاتر برای ارایه طرح برد مدار، قطعات الکترونیکی و غیره استفاده می‌کردند که با گذشت زمان

[1] Printed Circuit Boards
[2] Printed Circuit Assembly
[3] Printed Circuit Board Assembly

خودکارسازی طراحی الکترونیکی جایگزین آن‌ها شد. صنعت خودروسازی رو به رشد، زمینه‌های اینترنت صنعتی (IIoT) و هوش مصنوعی (AI) بازار نیمه هادی‌ها را توسعه می‌دهد که این امر به ابزارهای دیجیتال پیچیده نیاز دارد. فرآیند خودکارسازی این امکان را برای کاربران نهایی فراهم می‌کند تا با استفاده از یک زبان برنامه‌نویسی و نیروهای پشتیبان مرتبط، قابلیت طراحی دیجیتال، آزمایش و بررسی را افزایش دهند، سفارشی کنند و هدایت کنند. خودکارسازی طراحی الکترونیکی در مشخصات فنی، طراحی، تایید، کاربرد و بررسی سیستم‌های الکترونیکی کمک می‌کند. به طوری که می‌توان آن‌ها را یا به صورت یک مدار مجتمع و یا به‌صورت ترکیبی روی بردهای مدار چاپی نصب کرد. در بازار خودرو، سازندگان تجهیزات اصلی نرم‌افزار EDA را خریداری می‌کنند تا نسل بعدی خودروهای برقی و خودران را ایجاد کنند. همین‌طور در حوزه هوافضا، با گسترش پیچیدگی سیستم‌های الکترونیکی هواپیمایی (اویونیک)، اهمیت EDA بیشتر و بیشتر می‌شود.

نیاز به نرم‌افزار EDA در فرآیند طراحی در صنعت خودرو، برای ایجاد سیستم کمک راننده پیشرفته (ADAS) روز به روز افزایش می‌یابد. سیستم ADAS با تکیه بر هوش مصنوعی (AI)، یادگیری ماشین (ML) و یادگیری عمیق (DL) پیشرفته کار می‌کند.

افزایش پیچیدگی و محتویات دستگاه‌های الکترونیکی در صنعت خودرو و هوانوردی مستلزم تغییراتی در ابزارهای طراحی به کمک رایانه (CAD) است که برای ایجاد سیستم‌های توزیع برق و مهار مجموعه‌ای از سیم‌ها استفاده می‌شود. تراشه‌های سیلیکونی پیشرفته، باعث قوی‌تر شدن نرم‌افزارهای شاخص مورد استفاده در کارهای روزمره در تجارت می‌شوند. این تراشه‌ها در هر چیز کوچکی از تلفن‌های همراه و ابزارهای پوشیدنی گرفته تا خودروهای خودران وجود دارند. یکی از حوزه‌های سخت برای عرضه سیستم خودکارسازی طراحی الکترونیکی، نوآوری در طراحی فرکانس رادیویی (RF) است. طراح مدار مجتمع فرکانس رادیویی (RFIC)[1] می‌خواهد قیمت‌ها را کاهش دهد؛ هدف این است که تا آنجایی که امکان‌پذیر است از قطعات ساده‌تری در تراشه‌ها استفاده شود. الگوهای در حال توسعه در طراحی الکترومکانیکی سیستم‌های مهار سیم، شامل پیوند سیم، انتقال خودکار و تولید خودکار شکل هندسی سیم می‌شود.

[1] RF Integrated Circuit

۴- تحلیل فرآیند شکست

فرآیند طراحی و ساخت دیجیتال هر روز با چالش‌های جدیدی مواجه می‌شود. فرآیند خودکارسازی آینده کنترل کیفیت است. یکی از سوالات مهمی که مطرح می‌شود این است که «چگونه می‌توان فرآیند طراحی و ساخت بردهای مدار چاپی را بررسی کرده و به حداکثر رساند؟». پاسخ این است که این کار را می‌توان با سیستم آنالیزکننده حالات بالقوه خرابی در طراحی (DFMEA)[1] و سیستم آنالیزکننده حالات بالقوه خرابی در فرآیند (PFMEA) انجام داد. آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی روشی برای تجزیه‌وتحلیل مسائل بالقوه در اوایل چرخه طراحی و توسعه محصول است که در این مرحله ساده‌تر می‌توان بر مشکلات احتمالی غلبه کرد، در نتیجه یکپارچگی با طراحی محصول را افزایش داد و به طور قابل توجهی ایمنی، کیفیت، توزیع و هزینه را بهبود بخشید. مزایای دیگر حاصل از آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی این است که می‌توان با ارزیابی زنجیره استدلال و اجتناب از خطا (به عنوان مثال، ابزار پوکایوکه[2]) و اعداد اولویت ریسک (RPN) را کاهش داد. آنالیز حالات بالقوه خرابی در فرآیند، به شرکت‌های تولیدی کمک می‌کند که برای مقابله با خرابی‌های احتمالی فرآیندهای خود را ایمن‌سازی کنند، به عبارتی دیگر، تشخیص منشاء خرابی و تاثیر آن بر متغیرهای وابسته از طریق فرآیند تولید. اعداد اولویت ریسک به منظور انجام عملیات اصلاحی لازم برای کاهش پراکندگی و شدت و افزایش قابلیت تشخیص حالت خرابی، تنظیمات خرابی را اولویت‌بندی می‌کنند. اکثر تولیدکنندگان به سمت دورکاری روی آورده‌اند. وضعیت اقتصاد صنعتی در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ به دلیل شیوع پاندمی COVID-19، با خطرات بهداشتی جدیدی مواجه است و به منظور حفظ سلامت و تعادل در نیروی کار، سازمان‌ها را مجبور به سازگاری سریع با فرآیندهای تولید بدون تماس بدنی کرده است؛ بنابراین، سیستم مدیریت کیفیت یا شرکت‌های سیستم مدیریت چرخه عمر کیفیت می‌توانند زمان و هم‌چنین منابعی را که برای مدیریت کنترل کیفیت استفاده می‌شوند، محدود کنند.

عامل مهم دیگری که در طراحی صفحه‌های مدار چاپی توسط ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی و تولیدکنندگان طرح اصلی باید در نظر گرفته شود، کاهش چرخه طراحی محصول و هزینه تولید است که منجر به افزایش بازده می‌شود. یک اصل مهم در مفهوم محصول و فرآیند طراحی این است که تولید یک آیتم الکترونیک موثر و مقرون به صرفه منجر به بهترین نوع طراحی (DFx)[3] می‌شود. این مهم‌ترین بخش

[1] Design Failure Mode and Effect Analysis
[2] Poka-Yoke
[3] design for excellence

فرآیند توسعه محصول جدید است و علاوه بر اینکه به توصیف همه چیز قبل از آغاز تولید کمک می‌کند، مصرف کننده و تیم طراحی محصول را نیز به هم وصل می‌کند. با در دست داشتن بهترین نوع طراحی در مراحل اولیه فرآیند طراحی، توقف غیرضروری در طراحی و تولید حاصل از اشتباهات تولیدکننده صفحه‌های مدار چاپی، نگرانی‌های مربوط به دسترسی به آزمایشات و هم‌چنین محصولات منسوخ شده از بین رفته است که این موضوع باید بزرگ‌ترین ارزش افزوده برای ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی و تولیدکنندگان طرح اصلی، حتی برای تامین‌کنندگان قراردادی کوچک و متوسط محسوب شود. بهترین نوع طراحی، ارزش محصول ارایه شده به مشتری را هدف قرار می‌دهد و شامل طراحی برای زنجیره تامین (DFSC)، طراحی برای اطمینان‌پذیری (DFR)، طراحی برای ساخت (DFF)، طراحی برای مونتاژ (DFA)، طراحی برای تولید (DFM) و طراحی برای آزمایش (DFT) است. پس از انجام طراحی محصول، تولیدکنندگان صفحه‌های مدار چاپی با به‌کار گرفتن کل فرآیند تولید این صفحات و استفاده از نتیجه ارزیابی صفحه‌های مدار چاپی و طراحی برای تولید، به بررسی و ساده‌سازی عواملی که باید در طراحی محصول در نظر گرفته شوند، کمک می‌کند.

در ادامه نگاهی اجمالی به اینکه چگونه سازندگان صفحه‌های مدار چاپی می‌توانند برای تضمین طراحی، از ابزارهای خودکار DFx برای استفاده از نتایج بازبینی قوانین طراحی داخلی (DRC) به منظور ارایه آمارهای جامع در طراحی برای تولید استفاده کنند، می‌اندازیم. طراحی زنجیره تامین در اوایل چرخه طراحی انجام می‌شود و به تعیین وضعیت چرخه عمر تعداد اجزای تامین کننده منتخب، میزان دسترسی، سازگاری رویه و اعتبار کمک می‌کند که قبل از طراحی اولیه به آن پرداخته شده است. طراحی برای ساخت به ارزیابی طرح‌های مشتری در اسرع وقت کمک می‌کند، زمانی که تصمیم برای تعیین قیمت، بهبود بازده تولید و رفع مشکلات قبل از تکمیل طراحی نهایی آسان‌تر است. طراحی برای مونتاژ همراه با گزارش‌های طراحی برای اطمینان‌پذیری، هر دو نقشی حیاتی در درک صحیح عیوب محصول دارد. با استفاده از روش شش سیگما، می‌توان اجتناب از برآورد قیمت سالانه را در اولویت اصلاحات طراحی قرار داد، ایرادهای اولیه موجود در طراحی محصول که حاکی از مشکلات ایمنی در آینده هستند را شناسایی کرد و فرآیند را سنجید. DFM جزئیات تجهیزات موردنیاز تولیدکننده را ادغام می‌کند؛ به ویژه، نیازهای مسیر تولید برای اینکه بتوانند از پس DFMEA و PFMEA برآیند، به مشخص کردن و شروع فرآیند و در نهایت یک راهکار کنترل نیاز دارند.

PLM با خودکار کردن فرآیندها، افزایش عرضه، قابلیت دسترسی به اطلاعات مهم و هم‌چنین مشارکت DFRدر مراحل اولیه NPD یا NPI، به مقابله با موانع عمده در DFR کمک می‌کند.

کیفیت و اعتبار محصول مهم‌ترین عوامل در تولید PCB هستند. تصمیم‌گیرندگان در طی فرآیند توسعه محصول در مورد کیفیت بالا و قیمت محصول تصمیم می‌گیرند، بنابراین اطمینان از کیفیت محصولات مساله‌ای حائز اهمیت است. اطلاعات مربوط به خرابی‌های طراحی و فرآیند ضبط‌شده با سیستم‌های DFMEA و PFMEA، برای درک طراحی محصول و فرآیند آینده بسیار کارامد هستند. مهندسی مطمئن و موثر می‌تواند آن بخش‌هایی از محصول را که ممکن است به دلیل مشکل در عملکرد، ایمنی، سلامت و مسائل مالی از کار بیفتند، پیش‌بینی کند. طراحی برای اطمینان‌پذیری موفق با ترفندهای مدیریت محصول موثر محقق می‌شود. در عصر صنعت چهارم، ظهور IIoT به همراه سیستم‌های مدیریت چرخه عمر محصول (PLM)، به منظور بهبود پیش‌بینی‌پذیری و یکپارچگی و دست‌یابی به محصولات با عملکرد بهتر، یک برنامه DFR مبتنی بر داده‌های حلقه بسته را به ارمغان می‌آورد. تولیدکنندگان قراردادی بردهای مدار چاپی کوچک و متوسط، ODM ها و ارایه‌دهندگان EMS، باید با استفاده از سیستم مدیریت چرخه عمر محصول (سیستمی که برای ایجاد محصولشان استفاده می‌شود)، بهره‌مندی از طراحی و توسعه محصول خود را به عنوان منبعی برای اتصال به سایر سیستم‌ها و داده‌ها مستقیما به DFR به منظور ایجاد یک نگرش کاملا طبیعی از فرآیندهای توسعه محصول بررسی کنند.

۵-دگرگونی در فرآیند مونتاژ برد مدار چاپی (PcBa)

در حال حاضر، حوزه دستگاه‌های الکترونیکی بسیار ارزان قیمت که عامل تقاضای بالای محصول است، موجب افزایش عرضه و در مقابل افزایش سرعت می‌شود، بنابراین قابلیت گنجاندن تمام معیارها اعم از کیفیت و دقت با بهره‌وری بهینه، کاهش هزینه‌های تولید و سرعت بالا در پردازش بسیار اهمیت دارد. هدف بهبود اجتناب‌ناپذیر ارزش مشتری و هم‌چنین حفظ نرخ منافع سهام‌داران با افزایش حاشیه سود و تصویر بهتر در بازار است. نوآوری در واقع به طور قابل توجهی بازار تولید لوازم الکترونیکی را افزایش داده است. با وجود اینکه ادغام و خودکارسازی ابزارهای کار حوزه الکترونیک را متحول می‌کند، اما صنعت خیلی دیر توانسته است با آن همپا شود. ارایه‌دهندگان EMS، ODM ها و OEM ها به طور قابل توجهی از خودکارسازی سود می‌برند و این امر منجر به تولید سریع‌تر، وجود اشتباهات کمتر و نیاز کمتر به نیروی

انسانی می‌شود. ضریب خطای محدود و ماهیت دقیق الکترونیک، فرآیند خودکارسازی ربات را چالش برانگیز کرده است، اما توسعه در زمینه نوآوری رباتیک، تولیدکنندگان را قادر می‌سازد تا مزایای خودکارسازی رباتیک را درک کرده و بدانند که این نوآوری یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های صنعت رباتیک در سراسر جهان است. ربات‌ها با دقت و صحت کامل به مدیریت حتی جزئیات ریز کمک می‌کنند و به طور قابل توجهی توان عملیاتی را افزایش می‌دهند تا قیمت واحد کاهش یابد. استفاده سریع از رباتیک به تکامل سریع کمک می‌کند و ارایه‌دهندگان خدمات تولید الکترونیکی را قادر می‌سازد تا در مقایسه با رقبا بهره‌وری بیشتری داشته باشد.

در تولید محصولات دیجیتال هوشمند، با استفاده از ریزالکترونیک‌ها برای تبدیل روش‌های دستی به روش‌های نیمه خودکار، به تبدیل روش THT[1] و هم‌چنین لحیم‌کاری موجی فناوری مدرن به روش SMT دامن زده شد.

فرآیند خودکارسازی با حذف تاخیر، اجتناب از حوادث و اشتباهات، بهبود مدیریت و هم‌چنین تولید الگوهای تجاری جدید، صنعت تولید الکترونیک را به طور قابل توجهی متحول کرده است. در روش فناوری سوراخ کردن برد (THT) به‌صورت دستی از تجهیزات لحیم‌کاری موج استفاده می‌شود، سوراخ‌هایی برای نصب قطعات بر روی برد مدار حفر می‌شوند و مستقیما مدارها را به هم لحیم می‌کند. پیشرفت خودکارسازی در صنایع الکترونیک باعث شد شرکت‌های تولیدی شروع به استفاده از فناوری نصب سطحی (SMT) کنند، تکنیکی که در آن اجزای دیجیتال با کمک تجهیزات خودکار کنار هم قرار می‌گیرند تا قطعات را روی سطح برد قرار دهند. برخلاف روش‌های THT سنتی، در روش SMT عناصر بدون اینکه به کابلی لحیم شوند مستقیما روی سطح برد قرار می‌گیرند. وقتی صحبت از PCBA به میان می‌آید، به این نتیجه می‌رسیم که SMT یکی از پر کاربردترین روش‌ها است.

۶- سیستم مدیریت چرخه عمر محصول (Plm) برای طراحی PCB

محصولات با تحولات و قابلیت‌های جدید به روزرسانی می‌شوند و قطعات جدیدی با طرح مداری جدید و به کمک نوآوری‌های کاملا جدید در آن‌ها گنجانده می‌شود. بازارهای صنعتی حوزه‌های مختلف، از اهمیت لوازم الکترونیکی در گسترش محصولات مبتکرانه آگاه هستند، پس مدیریت موثر کل چرخه عمر

[1] Through-hole technology

قطعات الکترونیکی در خصوص محصول نهایی مهم است. مدیریت طراحی، توسعه، تولید و توزیع محصول تنها یک بعد از فرآیند عرضه یک کالای جدید به بازار هستند. مدیریت چرخه عمر محصول به طراحان PCB این امکان را می‌دهد تا در کوتاه مدت از عملکرد مدیریت داده PCB در حین فعالیت در محیط طراحی بومی به کمک رایانه الکترونیکی (ECAD) بهره ببرند. PLM با استفاده از قابلیت‌های خود در مدیریت داده‌های فراوان و با خلاص شدن از شر اطلاعات مربوط به قطعات نامنظم و نادرست در PCB و با مدیریت مجموعه اجزاء ECAD در سطح سازمانی، در اسرع وقت به یافتن اطلاعات دستگاه الکترونیکی ایده‌آل کمک می‌کند. عمل استفاده مجدد از قطعات، پیامدهایی فراتر از فقط کاهش هزینه‌های طراحی طی تولید با بازیافت قطعات در NPD/NPI دارد. PLM با ادغام اقلام و تولید جزئیات، تصاویر، ارزیابی حرارتی و شبیه‌سازی در فهرست قطعات (BOM) به خودکارسازی و قاعده‌مندسازی روش‌های مهندسی کمک می‌کند. تبادل دو جهته داده در بین PLM و PCB این امکان را برای تیم‌های NPD/NPI فراهم می‌کند تا با افزایش قابل‌توجه قابلیت مهندسی در استفاده از سیستم PLM به منظور کمک به توسعه محصول، به سرعت با PLM در چارچوب طرح‌بندی محیط طراحی خود ارتباط برقرار کنند.

۷- چالش کسب‌وکار

مهندسین الکترونیک تامین‌کنندگان قراردادی کوچک و متوسط و EMS باید به داده‌های مهم مانند چرخه عمر، موجودی و نرخ‌ها در مرحله طراحی اولیه دسترسی داشته باشند تا بتوانند زودتر از موعود تصمیم بگیرند. چیدمان طراحی دیجیتال و الکتریکی بر اساس مشخصات دقیق چندین عنصر مانند املاک مسکونی برقی است. وضعیت عرضه و اطلاعات عمدتا به صورت جداگانه در مجموعه‌های CAD، سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)، سیستم اجرای تولید (MES) و غیره نگهداری می‌شود. با این حال، خطر قابل توجهی وجود دارد و آن این است که مشخصات طراحی، منبع و ساخت ممکن است هماهنگ نباشند.

۸- پیش‌نیاز

از برنامه ECAD برای مدل‌سازی PCB، اجزای تشکیل‌دهنده تامین‌کننده و جزئیات مربوط به نام مشتری، شماره قطعه، اطلاعات منبع و مجموعه ECAD استفاده می‌شود.

۹- رویکرد

مدیریت داده‌های محصول به تیم‌های NPD/NPI و PLM کمک می‌کند تا وظایفی از جمله نظارت BOM (که شامل طرح‌واره‌ها و نقشه‌ها می‌شود)، نظارت بر اسناد و به‌روزرسانی داده‌های تامین‌کننده، روندهای کاری قابل تنظیم و ردیابی روند پیشرفت محصول را با موفقیت انجام دهند. با نوآوری فنی محصولات متصل هوشمند، PLM با ECAD ادغام می‌شود و طراحی به کمک کامپیوتر مکانیکی (MCAD)، داده‌های دستگاه‌های الکترونیکی و فرآیندهای طراحی را با داده‌های مکانیکی ترکیب می‌کند، بنابراین تیم‌های چند تخصصی (CFT) می‌توانند در بین تکنیک‌های طراحی و نرم‌افزارهای مختلف سازمانی تعامل داشته باشند. یکپارچه‌سازی طراحی PCB اساس مدیریت داده‌های طراحی الکتریکی است. مدیران محصول پیش‌بینی می‌کنند که با ادغام ECAD با سیستم PLM، بتوانند زمان عرضه به بازار را به حداقل برسانند، در برابر اشتباهات و مشکلات ذخیره‌سازی داده‌ها مصون بمانند و بتوانند روند کار بررسی طراحی ماهرانه‌ای را ایجاد کنند و منجر به تولید محصولات بهتر شوند. دسترسی به مجموعه ECAD به کاهش قیمت محصولات و سازگاری با مقررات زیست‌محیطی کمک می‌کند. تیم‌های چند تخصصی داده‌های ارزیابی را در یک محیط دیجیتال در سراسر گروه گسترده به اشتراک می‌گذارند، بنابراین نیاز به الگوهای فیزیکی را کاهش می‌دهند، چرخه توسعه را کوتاه می‌کنند و هزینه‌های توسعه محصول را کاهش می‌دهند. فرآیندی که باید مورد ملاحظه قرار گیرد، ادغام خودکارسازی طراحی الکترونیکی (EDA) با مدیریت چرخه عمر محصول (PLM) است که به کاهش زمان و سرعت روند پیشرفت محصول کمک می‌کند.

۱۰- نتیجه

مدیریت چرخه عمر محصول امنیت داده‌های IP را فراهم می‌کند و در عین حال طراحی و توسعه را به‌طور موثر افزایش می‌دهد و تیم‌های طراحی صفحه‌های مدار چاپی (PCB) را قادر می‌سازد تا اطلاعات مناسب را فقط از یک منبع امن جمع‌آوری، مدیریت، شناسایی و مجددا استفاده کنند. هم‌چنین اطلاعات انطباق با محیط‌زیست محصول را در یک منطقه امن شامل استاندارد اطلاعیه اجزاء محصول IPC-1752 در طول چرخه عمر محصول، ردیابی و نگهداری می‌کند. دسترسی به مجموعه کاملی از قابلیت‌های PLM، این امکان را برای گروه NPD/NPI فراهم می‌کند تا از داده‌های PCB آرشیو شده به طور جدی مراقبت کرده

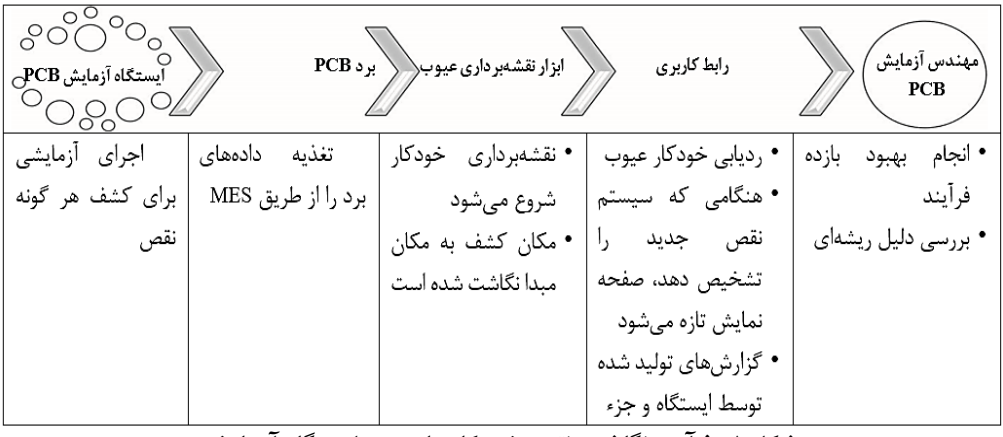
و طرح را به‌وسیله فرآیندهای تولید بهبود ببخشد. تیم الکترونیک NPD/NPI می‌تواند منابع را به حداکثر برساند، اشتباهات و تاخیرات پروژه را کاهش دهد و هزینه‌های کلی طراحی را به حداقل برساند. دسترسی قانونی و دائم به تمام اطلاعات طراحی دستگاه‌های الکترونیکی امکان طراحی گروهی و چند جانبه با قابلیت ردیابی کامل در طول چرخه عمر پیشرفته محصول را فراهم می‌کند.

۱۱- تضمین کیفیت

فرآیند توسعه محصول جدید (NPD) در چرخه عمر عملکردی حین بررسی یک محصول دیجیتالی و معمولا در قالب یک ضمانت خدمات ارایه می‌شود که در طی آن محصول باید بدون مشکل کار کند. تضمین کیفیت برای تمام مدارهای چاپی و هم‌چنین تولید دستگاه‌های الکترونیکی ضروری است. امروزه تولید PCBیک پیشرفت سریع به شمار می‌آید و اغلب در خدمات کوچک‌سازی استفاده می‌شود. اطلاعات دقیق و روشن علاوه بر اینکه باید عاری از اشتباه باشند، برای دستگاه‌های ساخت برد و دستگاه‌های مونتاژ در پروسه‌های تولید PCBA ضروری هستند و می‌توانند در ردیابی کل چرخه عمر توسعه محصول مفید باشند. همان‌طور که در الزامات راندمان عمومی استانداردهای IPC-6011 و IPC-A600 برای PCB مقرر شده است، PCB بر اساس طبقه‌بندی عملکرد تولید می‌شود. استفاده از نسخه‌های دیجیتال و آزمایش مجازی به طراحان محصول امکان دسترسی به تصویر کاملی از نحوه ادغام PCB، قطعات آن، محصول نهایی و عملکرد آن در دنیای واقعی را می‌دهد. مدیریت چرخه عمر کیفیت به ارایه‌دهندگان EMS و ODM ها کمک می‌کند تا تمام فعالیت‌های مربوط به ایجاد کیفیت بالا را در سراسر زنجیره تامین برای درک طبیعی کیفیت و اعتبار بالا یکپارچه کنند. سیستم مدیریت کیفیت (QMS)، سیستم های DFMEA و PFMEA خودکار را تامین کرده و اقدامات اصلاحی حلقه بسته، اقدامات پیشگیرانه (CAPA) و تحلیل علل ریشه‌ای (RCA) را امکان‌پذیر می‌سازد تا با ردیابی محصولات آسیب‌دیده سرعت تشخیص، کنترل و تجزیه‌وتحلیل اختلالات را افزایش دهد. QMS برای سازگاری با نیازهای قانونی و استانداردهای با کیفیت مورد نیاز است و با PLM ادغام می‌شود تا به یک بستر زیست‌محیطی برای بازیابی و دریافت جزئیات تبدیل شود و به شناسایی مشکلات در مراحل اولیه طراحی کمک کند.

۱۲- ربات‌های صنعتی

خودکارسازی رباتیک پتانسیل فوق‌العاده‌ای در ساخت PCB و قطعات الکترونیکی دارد و تقریبا در تمام مراحل چرخه عمر تولید کاربرد دارد. در PCBA اجسام کوچک که اغلب بسیار حساس و آسیب‌پذیر هستند، باید به سرعت و دقیق جایگذاری شوند. ربات‌های صنعتی به نوبه خود کارهای متعددی را انجام می‌دهند، به عنوان مثال، می‌تواند انواع قطعات مختلف را بر روی صفحه پایه نصب کنند؛ می‌توانند پورت‌های صفحه نمایش را مدیریت کنند، مجموعه‌های فرعی بسازند و از چسب‌ها، ارزیابی‌ها، غربالگری، بسته‌بندی و موارد دیگر در آن استفاده کنید. پیشرفت فن‌آوری‌های پنجه رباتیک و سیستم بینایی همراه با حسگرهای فشاری حاکی از آن است که ربات‌ها با طیف وسیعی از فرآیندهای تولید، راه‌اندازی و تکمیل وظایف سروکار دارند. نصب توسط بازوی ربات کمک می‌کند تا اجزای سازنده درست در محل قرار گیرند. وقتی ربات‌ها با تامین‌کنندگان اجزای انعطاف پذیر و سیستم‌های بینایی ترکیب شوند، PCBA را انعطاف‌پذیرتر می‌کنند. رباتیک به سازندگان PCB در تطابق با تغییرات محصول کمک می‌کند.



شکل ۱- فرآیند نگاشت نقص خودکارسازی در ایستگاه آزمایش.

برای تولیدکنندگان قراردادی کوچک و متوسط، هر نوع بهبودی در راندمان مطمئنا تاثیر قابل توجهی خواهد داشت. با کاهش هزینه منابع برای تراشه‌ها، کابل‌های رشته‌ای، مدارها و دیگر قطعات ضروری دستگاه‌های الکترونیکی، تولیدکنندگان در واقع به ربات‌های صنعتی روی آورده‌اند تا بتوانند کارایی و اثربخشی عملی خود را افزایش دهند و هزینه‌های نیروی کار را بدون کاهش کیفیت و دقت تجهیزات نهایی به حداقل

برسانند. مونتاژ رباتیک می‌تواند با اختلافات ضریب خطا سازگار شود و قطعات را به راحتی جایگذاری کرده و هم‌چنین در صورت نیاز آن‌ها را تنظیم کند. ربات‌های صنعتی با کاهش زمان مونتاژ، بهره‌وری را در بسیاری از تاسیسات تولید الکترونیک افزایش می‌دهند. همین‌طور، آن‌ها در هزینه‌های نیروی کار و هزینه‌های تولید صرفه‌جویی می‌کنند و این پس اندازهای مالی را هنگام ارایه خدمات بیشتر به مشتریان خود پس می‌دهند. در زمینه PCB ها نیز فناوری‌های جدیدی از نظر اندازه و برنامه‌نویسی بسیار کمتر در بخش ربات‌ها اتفاق می‌افتد. ربات‌های کوچک برای ساخت واحدهای کنترل الکترونیکی در خودرو، گوشی‌های هوشمند، PCB و غیره و برای کمک به آزمایش و بررسی اجزای کوچک استفاده می‌شوند.

تولیدکنندگان قراردادی شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) به دلیل سهولت استفاده و تطبیق‌پذیری، روز به روز بیشتر به دنبال ربات‌ها هستند و قابلیت اتصال آن‌ها، شرایط را برای خودکارسازی فراهم می‌کند. این را باید درک کنیم که ربات‌ها جایگزین کارگران نیستند، بلکه کار متخصصان ماهر را آسان‌تر می‌کنند. از آنجایی که وضعیت اقتصادی صنعتی روش ترکیبی را ترجیح می‌دهد، ایمنی و سلامت دغدغه اصلی همه است.

۱۳- انقلاب‌های دگرگونی فرآیند

نوآوری صنعتی مدرن به شرکت‌های مختلف در صنایع مختلف کمک می‌کند تا با سرعت بسیار بیشتری پیشرفت کنند. سیستم‌های دستگاه‌های الکترونیکی پیشرفته، پایه و اساس تغییرات ناگهانی در صنایع مختلف هستند، تغییراتی اعم از حمل‌ونقل هوشمند تا خودروسازی، انرژی و در نهایت چهارمین تغییر صنعتی. تحول صنعتی الکترونیکی صنعت مخابرات را نیز تحت تاثیر قرار داده است؛ رقبای دیگر در این زمینه سرمایه‌گذاری‌های مالی و پیشرفت‌های عظیمی انجام داده‌اند که منجر به رونق اقتصاد دیجیتالی صنعت شده است. سرعت در خدمات امروزی در سرتاسر جهان حرف اول را می‌زند و به لطف فناوری مدرن، شرکت‌های تولیدی در حال حاضر سرعت خدمات خود را تا حد ممکن افزایش داده‌اند. G۵، وسایل نقلیه خودران، محصولات هوشمند، خانه‌های هوشمند، شهرهای هوشمند و کارخانه‌های هوشمند از محبوبیت بالایی برخوردار هستند و این باعث عرضه لوازم الکترونیکی و فناوری‌های مدرن معتبرتری می‌شود.

تولید لوازم الکترونیکی دارای هوش ابتکاری مشخصه اصلی صنعت چهارم است و شرکت‌های تولیدی باید با کاهش هزینه‌ها و افزایش عملکرد خود با استفاده از نوآوری‌های جدید، با یکدیگر رقابت کنند. واقعیت

این است که تولید لوازم الکترونیکی پیشرفته از طیف گسترده‌تری از فعالیت‌ها علاوه بر ساخت استقبال می‌کند؛ در نتیجه، ارتقاء صنایع تولید لوازم الکترونیکی برای رقابت بین المللی مهم است. روند فنی مدرن به سمت محصولات هوشمند و فوق‌العاده موثر، ترجیحا دارای ویژگی‌های ایمنی یکپارچه و قابلیت مهار انرژی، در حال حرکت است. محصولات پیچیده بر اساس تقاضای مشتری و توسط تولیدکنندگان قراردادی کوچک و متوسط، ارایه‌دهندگانEMS ، ODMs و مشاغل PCBA که عملیات خود را با ترفندهای جدید تنظیم کرده‌اند، تولید می‌شوند. به طور مشابه، کارخانه‌های یکپارچه موثر در خودکارسازی محصولات پیچیده و هم‌چنین ارزان قیمت باید سرمایه‌گذاری درستی روی تجهیزات تولید خود انجام دهند و آن‌ها را به تاسیساتی متصل و هوشمند تبدیل کنند.

با سریع‌تر شدن نوآوری‌های صنعتی، سرعت تحولات در سال‌های آینده به‌طور اجتناب‌ناپذیری افزایش خواهد یافت. دهه‌ها طول کشید تا سه انقلاب صنعتی اول اجرا شوند، در حالی که تحولات امروزی فقط تا زمانی دوام می‌آورند که نیاز جدیدی برای تکمیل در سطح صنعت ایجاد نشود. در صنعت پنجم کارمندان انسانی، هوش مصنوعی و ربات‌های تاسیسات تولیدی برای مشارکت در طراحی‌ها و به همکاری در پروسه‌های تولید PCBA، ادغام می‌شوند. تحولات در نوآوری‌های مختلف به ارایه‌دهندگان EMS، ODM ها و تامین‌کنندگان کوچک و متوسط کمک می‌کند تا به طور صعودی پیشرفت کرده و تحولات صنعتی را با آغوش باز بپذیرند.

۱۴- شبیه سازی

صنایع الکترونیکی و فناوری‌های پیشرفته برای بقاء با سرعت نور نوآوری می‌کنند. محصولات هوشمند دارای سیستم‌های الکترونیکی پیچیده‌ای هستند که باید در دنیای واقعی بدون نقص عمل کنند. دستگاه‌های الکترونیکی موجب تولید انرژی حرارتی نسبتا زیادی می‌شوند، که این توسعه‌دهندگان محصول را با چالش‌هایی مواجه می‌کند. هنگامی که یک سیگنال به پایین کابل فرستاده می‌شود، این سیگنال منعکس می‌شود و میدان‌های الکترومغناطیسی را که در قسمت‌های مختلف محصول تداخل ایجاد می‌کنند، تخلیه می‌کند. تامین‌کنندگان به دلیل کاهش مداوم عناصر دسته‌ای و نوسانات از نظر کمی که پیش‌بینی آن‌ها به شدت دشوار است، با تنوع زیادی روبرو هستند. با وجود حسگرها، ریزپردازنده‌ها و قطعات ارتباطی بی‌شمار، طراحان محصول به دلیل کوچک‌تر شدن ابزارها، نیاز به پشتیبانی از فناوری‌های بی‌سیم متعدد، قیمت‌های

اطلاعات سریع‌تر و عمر باتری طولانی‌تر، باز هم با چالش‌های یکپارچگی و عملکرد بالای محصول سروکار داشته و نیاز به تجزیه‌وتحلیل گسترده‌تری دارند. شبیه‌سازی لوازم الکترونیکی به کسب‌وکارها این امکان را می‌دهد تا محصولات جدید را با سرعت بیشتر، هزینه کمتر و منابع کمتر عرضه کنند. شبیه‌سازی روند برنامه‌ریزی و اجرا نقش مهمی را در تولید محصولات پیشرفته و معتبر ایفا می‌کند و باعث دست‌یابی به اثربخشی هدف، بهینه‌سازی انرژی، قیمت و سرعت عرضه محصول به بازار و پیشی گرفتن از آن‌ها می‌شود. تعداد کمی از شبیه سازی‌های انجام شده ایستا هستند و ارزیابی تنش دینامیکی را می‌توان برای قطعات مکانیکی و سازه‌های تحت پوشش اجرا کرد. عمل ارزیابی حرارتی چندگانه و جریان مایع، با تنظیم تابش حرارتی محصولات مختلف، اثرات خنک‌کننده و اثرات زیست‌محیطی در طراحی و شبیه‌سازی قطعات الکترونیک (تراشه‌ها، دیودها، مقاومت‌ها وPCB) رواج دارد. شبیه‌سازی در PCBA امکان تشخیص نقاط ضعف، برجسته کردن فرصت‌های افزایش قدرت عمل و تشخیص فرصت‌های صرفه‌جویی مالی مانند بهینه‌سازی نیروی کار مستقیم و غیرمستقیم را فراهم می‌کند. با شبیه‌سازی عملکرد محصول در مرحله طراحی اولیه، گروه‌های NPD/NPI دارای تیم‌های چند تخصصه، این امکان را خواهند داشت که به سرعت از فناوری‌های مدرن جدید، با طراحی بهبودیافته و هم‌چنین مواد بسیار بهتر استفاده کنند و مراحل عملیات و آزمایش را کاهش دهند. لازم است که تمام بخش‌های دخیل در فرآیند ساخت دستگاه‌های الکترونیکی، دقیقا طبق همان نسخه دیجیتالی به هم متصل شده و همکاری کنند.

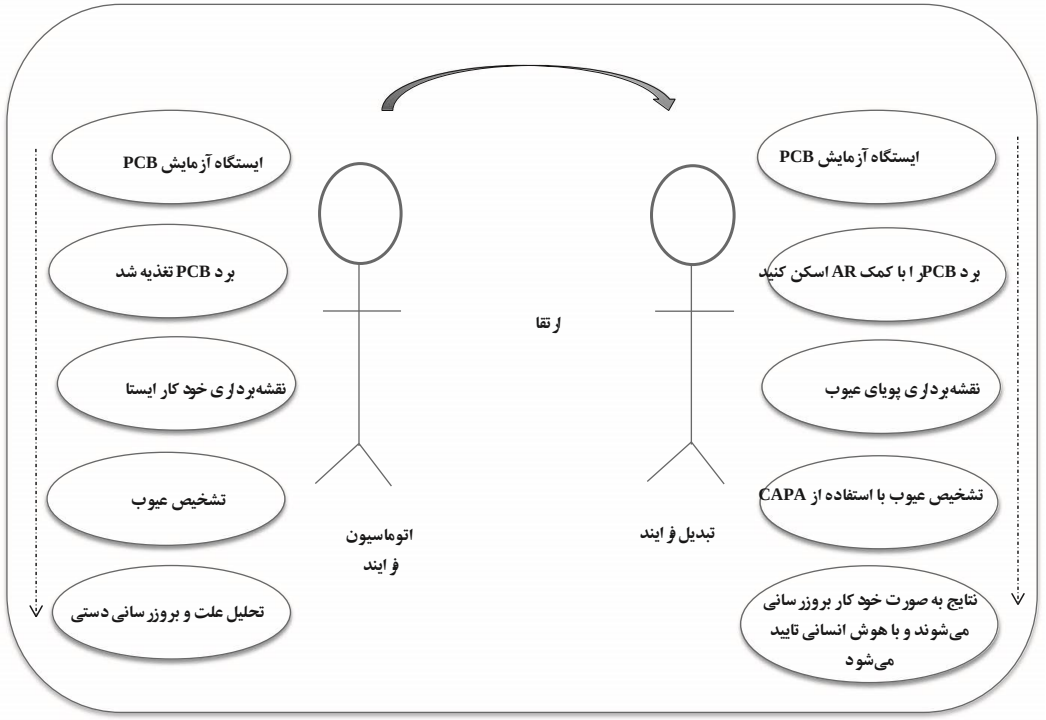
قبل از انتخاب ابزار شبیه‌سازی مناسب، بسته به نیاز کاربردی PCB مانند سیگنال ورودی، تبدیل داده‌ها از قیاسی (آنالوگ) به دیجیتال، زمان مبتنی بر دامنه و جریان فرکانس، چند سوال باید توسط EMS، ODM و تولیدکنندگان قراردادی کوچک و متوسط پاسخ داده شود.

فن آوری‌های شبیه‌سازی پیشرفت کرده و به عنوان بخشی از برنامه ضبط تصویری (تصویربرداری شماتیک) تلفیق شده‌اند. این به طراح PCB فرصت بررسی و همانندسازی چرخه را قبل از اینکه به مرحله اقدام به قالب PCB برسد می‌دهد و تیم توسعه محصول جدید را قادر می‌سازد تا مواد مختلف را ارزیابی کرده و طرح‌بندی‌ها را بهینه کند. بر خلاف آزمایش الگو به سبک سنتی، شبیه‌سازی مهندسان را قادر می‌سازد تا به طور عملی بررسی کنند که چگونه یک طرح محصول مشخص قبل از ایجاد الگوی فیزیکی و بر اساس طیف گسترده‌ای از سناریوهایی که ممکن است تکرار برخی از آن‌ها به صورت تجربی غیرممکن باشد، می‌تواند کارآمد باشد. شبیه‌سازی، زنجیره طراحی محصول را در بر می‌گیرد تا تعامل باز بین تیم‌های طراحی

متنوع از الکترونیک، مکاترونیک و مکانیک گرفته تا دینامیک حرارتی و سیالات را تقویت کند. شبیه‌سازی نمی‌تواند PCB بسازد؛ اما نتایج آن اطلاعات مفیدی را در زمینه اصلاحات مورد نیاز طراحی ارایه می‌دهد که این می‌تواند عملکرد را افزایش داده و نیازهای مشتری را برآورده کند.

۱۵- واقعیت افزوده

پیشرفت تجهیزات دستگاه‌های تلفن هوشمند در جهان امروزی کنترل را به‌دست گرفته است و صنعت الکترونیک پیشرفته بارها اثبات کرده است که در پذیرش فناوری همواره پیشگام بوده است. توسعه فناوری‌های پیشرفته مانند AR و VR در صنعت الکترونیک یک انقلاب مهم به شمار می‌رود. این فناوری‌ها کار را برای طراحان PCB در ورود محصولات به زندگی دیجیتالی ساده‌تر کرده و هم‌چنین مونتاژ قطعات PCBرا برای تولیدکنندگان سریع‌تر و ایمن‌تر می‌کنند. هر دوی این فناوری‌ها کسب‌وکارها را در صنایع و حوزه‌های قطعات الکترونیکی مشتریان متحول می‌کنند و نتایج مثبتی را به دنبال دارند. سیستم‌های AR و VRنگرانی‌های مربوط به نصب بسته‌های الکترونیکی در اشکال غیرمعمول و اطمینان از عملکرد صحیح اتصالات مدار در عین کاهش روند مالیات منطقه و مسیر تولید PCB را رفع می‌کنند. به طور خلاصه، AR و VR به طراحان و سازندگان PCB درکی به مراتب بهتر از طراحی در اوایل چرخه عمر محصول ارایه می‌دهند.



شکل ۲- تبدیل نگاشت نقص با استفاده از AR.

۱۶- ساخت افزایشی

ساخت افزایشی (AM) یا چاپ سه بعدی و دستگاه‌های الکترونیکی شدیدا به هم متصل هستند. شخصی‌سازی محصول با استفاده از AM برای ایجاد PCB و سایر اقلام الکترونیکی به یک امتیاز بزرگ تبدیل شده است. PCB ها قطعات کوچکی هستند که روند مدل‌سازی و ساخت آن‌ها نسبتا طولانی است. روند توسعه PCB با ظهور فناوری چاپ سه بعدی وارد عصر جدیدی شده است. این فناوری می‌تواند قطعاتی را که بدون نقص با PCB سازگار شده‌اند، برای هر نوع دستگاه الکترونیکی ایجاد کند؛ هم‌چنین ایجاد الگوهای پیچیده‌ای را که ساختن آن‌ها با سایر تکنیک‌های تولید مرسوم دشوار است، میسر می‌کند. علاوه بر این، به هیچ روش مونتاژ خاصی نیاز ندارد و در عین اینکه نگرانی‌های مربوط به اختلال IP را برطرف

می‌کند، به کاهش هزینه‌های تدارکات نیز کمک می‌کند. یک PCB پیچیده را می‌توان با هزینه نسبتا کم و با سازمان‌دهی مجدد سریع مجاز توسط AM ایجاد کرد. امروزه برد PCB با سرعت بسیار بالایی ساخته می‌شود. این به مهندسان قطعات الکترونیکی کمک می‌کند تا برای کارایی بهتر توسعه یابند نه برای داشتن قابلیت تولید در مقیاس صنعتی. آن چهارچوب‌های پیچیده دارای قطعات الکترونیکی نهادیه، حسگرهای گسترش‌یافته و آنتن‌ها دیگر به راحتی قابل تولید هستند.

انتخاب مواد یکی از فاکتورهای اصلی برای یک مهندس در هنگام انتخاب روش ساخت PCB است. پدیده تخلیه الکترواستاتیک (ESD)[1] یک مشکل واقعی و یک مساله بزرگ برای صنایع الکترونیک محسوب می‌شود و توانایی ساخت قطعه بدون خطر ESD یک مزیت بزرگ برای جلوگیری از هر گونه مشکل احتمالی است. مواد ESD مقاومت الکتریکی پایینی از خود نشان می‌دهند در حالی که از خواص موردنیاز مکانیکی، حرارتی و هم‌چنین مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده می‌کنند. چاپ سه بعدی ایمن ESD در بست‌ها، گیره‌ها و محفظه‌ها و برای ساخت دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شود. AM با توانمندسازی تامین‌کنندگان برای طراحی و چاپ بست‌ها، گیره‌ها و قطعات با مواد پیشرفته مهندسی که نیازهای مقاومت سطح ویژه ESD را برآورده می‌کنند، تمام روش‌ها را متحول می‌کند.

چاپگر AM معدودی از تولیدکنندگان از فناوری تزریق محصول (جتینگ) برای چاپ PCB های چند لایه دارای ویژگی‌های متعدد از جمله اتصال دهنده‌ها استفاده می‌کند. تعداد کمی از برنامه‌های تجاری وجود دارند که شامل فناوری‌های مدرن واحد سنجش، سیستم‌های ناحیه بسامد رادیویی و هم‌چنین ابزارهای ارتباطی اینترنت اشیاء هستند. حوزه فضا به منظور برآورن نیازهای شیمیایی، گرما و تخلیه الکترواستاتیک برای سفر فضایی، همواره یکی از پذیرندگان جدی مواد ESD مبتنی بر پلی اتر کتون کتون [2] (PEKK) بوده است.

AM برای ایفای نقشی لازم و جدایی‌ناپذیر در خطوط تولید قرار گرفته است. ترویج گسترده در واقع به دلیل دسترسی محدود به مجموعه وسیعی از محصولات که الزامات اعتماد، اثربخشی تکرارپذیری قطعات چاپ شده سه بعدی در محیط صنعتی را برآورده می‌کنند، متوقف شده است. در چاپ سه بعدی فقط از

---

[1] انتقال پیوسته و بسیار سریع بارهای ایستای الکتریکی در بین دو جسم (مترجم)

[2] Polyetherketoneketone

محصولاتی استفاده می‌شود که برای ساختن آیتم نهایی ضروری هستند؛ در این فناوری مواد بسیار کمتری استفاده می‌شود که باعث کاهش هزینه‌های ساخت، خلاص شدن از شر پسماندها و هم‌چنین کاهش زمان تولید از چند هفته به چند ساعت می‌شود. چاپ سه بعدی در حوزه صنعت الکترونیک هزینه‌های انبارداری و توزیع را به لطف تولید بر حسب تقاضا و وجود امکان ایجاد سهام دیجیتال کاهش می‌دهد. AM مطمئنا یک روش کاربردی برای تولید حسگرهای پوشیدنی و تعبیه‌شده در تلفن‌های همراه و ردیابی آنی سلامت خواهد بود. با رشد فناوری مدرن، انتظار می‌رود که چاپ سه بعدی وسایل الکترونیکی در نهایت از یک دستگاه نمونه‌سازی ساده به سیستم تولید نهایی تمام و کمال تبدیل شود.

محصولات هوشمند ساخته شده با استفاده از موادی مانند کامپوزیت‌ها، مواد مجاز، مواد حافظه فرم، محصولات چند فازی و زیست‌موادها، نقش مهمی در برنامه‌هایی مانند هادی‌ها، محرک‌ها، واحدهای حسگر، رباتیک نرم و ابزارهای الکترونیکی پوشیدنی دارند. نوآوری چاپ چهار بعدی در خط تولید است و مطمئنا افزایش تولید دستگاه‌های الکترونیکی را بر روی فویل‌های پلاستیکی با استفاده از ترانزیستورهای پوسه نازک طبیعی تسهیل می‌کند، این در حالی است که پلیمرهای رسانای تقویت شده برای دستگاه‌های الکترونیکی سازمان‌یافته ایجاد می‌شوند.

۱۷- خودکارسازی فرآیند رباتیک

نیروی کار دیجیتالی امروزه مهره اصلی اغلب فرآیندهای مکرر است. این کارمندان دیجیتالی شامل ربات‌های نرم‌افزاری خودکار بوده و در عملیات بخش پشتیبانی کاربرد دارند. اتکای انسان به فناوری‌های صنعت چهارم، به ربات‌های کاربردی نرم‌افزاری به عبارتی RPA زندگی تازه بخشید. فوری‌ترین تاثیر RPA این است که کارهای روزمره بدون خطا و به طور یکنواخت انجام می‌شوند. RPA به تولیدکنندگان PCB در چند زمینه مختلف کمک می‌کند؛ می‌توان آن را طوری برنامه‌ریزی کرد که آثار سوراخ‌ها و شکاف‌ها، قطعات نابجا و غیره را بررسی کند.

یکی از حوزه‌های اصلی صنعت الکترونیک، توجه و مراقب از تامین‌کنندگان است که در آن RPA صورتحساب‌ها را بررسی می‌کند، داده‌ها را استخراج می‌کند، از OCR استفاده می‌کند، جزئیات عرضه را در سیستم‌های سازمانی (MRP) به روز رسانی می‌کند و علاوه بر همه این‌ها، اعلان‌هایی را در زمینه نیازهای متعدد طراحان تولید ارسال می‌کند تا در صورت نیاز سطح عرضه ارتقاء یابد.

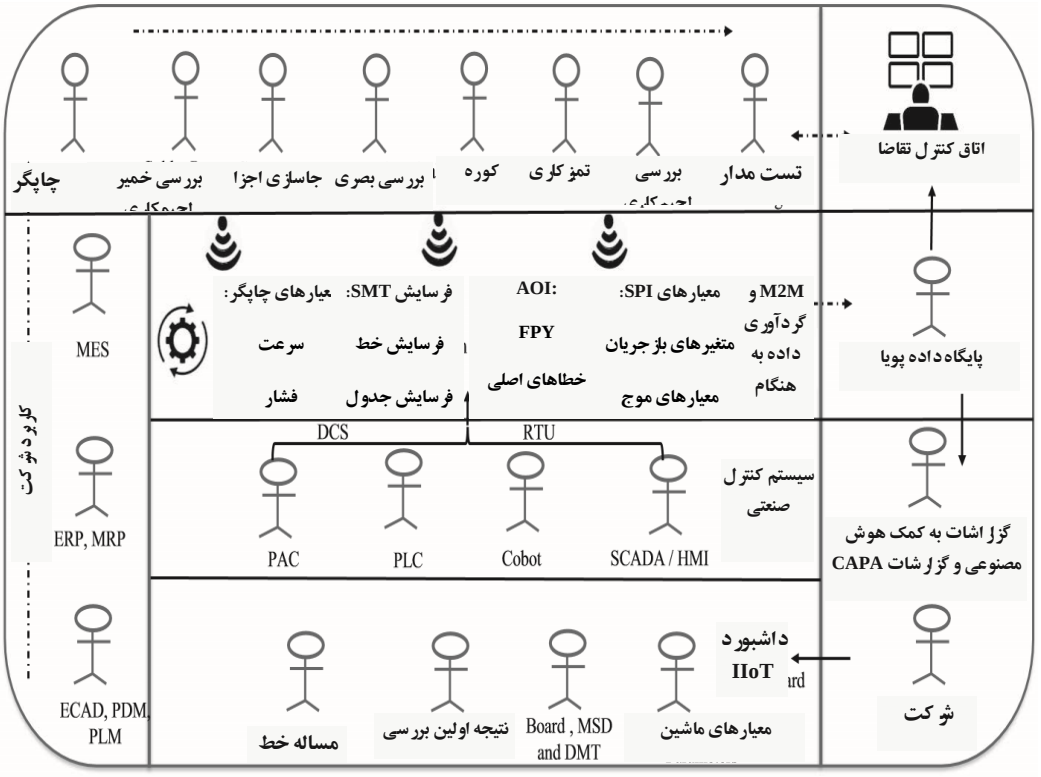
قدم اول برای اعمال RPA، شناسایی وظایف بسیار تکرارشونده است که عمدتا مستعد خطا بوده و هم‌چنین به آزمایش در آنجا فکر می‌کنند. این فرآیند نقش بسیار مهمی را در بین تولیدکنندگان قراردادهای کوچک تا متوسط، ODM ها و ارایه‌دهندگان EMS، برای تبدیل به صنعت چهارم ایفا می‌کند. در این دنیای رقابتی متصل و هوشمند و دنیای سخت و گسترده تجارت، فرآیندهای چند مرحله‌ای دارای مفاهیم مختلف مجوز و فرآیندهای دستی با کمک RPA از ابتدا تا انتها خودکار می‌شوند. شرکت‌ها باید بر اساس فرآیندهای تجاری که نیاز به خودکار شدن دارند و هم‌چنین بر اساس نتایج آن‌ها پروسه را انتخاب کنند و به همراه ابزار RPAدر دسترس در بازار، گزینه‌ای را برای خودکارسازی مشاغل تجاری ایجاد، شخصی‌سازی و پیاده‌سازی کنند. برنامه نرم‌افزاری RPA جایگزین سیستم‌های فعلی سازمان نمی‌شود. در واقع آن‌ها با قابلیت درک با سیستم کار می‌کنند. RPA می‌تواند با هر نوع نرم‌افزاری که افراد استفاده می‌کنند هماهنگ شود و در مدت زمان کوتاه برای انجام راهکارهای کاربردی به‌کار گرفته شود. با انجام اقدامات زیر در راستای صنعت پنجم، شرکت‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی باید یک ترفند خودکارسازی فرآیند طولانی‌مدت را اتخاذ کنند که هدف آن پیاده‌سازی راه‌حل‌های خودکارسازی هوشمند باشد و هم قابلیت‌های RPA و هم AI را در بر بگیرد.

۱۸- استانداردسازی فرآیندsmt

چالش‌های کسب‌وکار برای دست آوردن عملکرد PCBA برای ارتباط با سیستم اطلاعاتی بلادرنگ است که این امکان را برای ترفندهای سابق در همه اجزاء فراهم می‌کند تا بتوانند پایداری بیشتر و محیط تولید با ترکیب بالا و حجم کم را فراهم کند.

استانداردسازی فرآیند خط SMT منجر به

۱. مکان‌یابی راحت و نظارت بر تامین مواد اولیه اصلی، محصولات نهایی، قطعات و هم‌چنین مخازن می‌شود تا تدارکات را به حداکثر برساند، میزان موجودی را حفظ کند، مشکلات کیفیت و سرقت متوقف شود.
۲. اتصال منابع تجهیزات تولیدی و سامانه‌های PLM، ERP، MRP، MES، DMT و MSD می‌شود تا بتواند با استفاده از تجربیات واقعیت افزوده دیدگاه‌های مبتنی بر کارکرد ارایه شود.



شکل ۳- فرآیند استانداردسازی خط SMT با استفاده از IIoT.

۱. نظارت فوری و پیش‌بینی و تشخیص نشانه‌های خطا یا خرابی اموال برای راه‌اندازی خودکار و راه‌اندازی فعال تیم‌های نگهداری و تعمیر می‌شود تا زمان توقف کاهش یابد و مشکلات مربوط به نگهداری و کیفیت قبل از وقوع شناسایی شوند.

۲. تلفیق، ارزیابی و ارایه اطلاعات محدودیت‌های متفاوت و متنوع دارایی‌ها، محرک‌ها و هم‌چنین سیستم‌های تجاری مستقیما به دیدپذیری زمان واقعی KPI های یکپارچه می‌شود تا اثربخشی عملیاتی افزایش و تصمیم‌گیری‌های بهبود یابند.

۱۹- کوبات‌ها

کوبات‌ها به شرکت‌های تولید کننده لوازم الکترونیکی چابکی لازم را می‌دهند تا بتوانند تقریبا تمام کارهای دستی را خودکار کرده و در عین حال ارزش کسب‌وکار خود را بیافزایند. کوبات‌ها علاوه بر این‌که فرآیند خودکارسازی را مقرون به صرفه‌تر می‌کنند، خود یک راه حل کاربردی به ویژه برای SME، ارایه‌دهندگان EMSو ODM ها هستند و به آن‌ها کمک می‌کنند تا بتوانند بهتر رقابت کنند. کوبات‌ها که توسط ML فعال شده و با فناوری‌های سنجش مدرن و نوآوران‌های تجهیز شده‌اند، می‌توانند به طور ایمن در کنار انسان‌ها فعالیت کنند و کارهای خطرناک، تکراری و هم‌چنین بسیار پیچیده را بر عهده بگیرند. کوبات‌ها با افزایش نیاز به محصولات جدید و جلب رضایت مصرف‌کنندگان، بارها و بارها در وظایف مختلف به‌کار گرفته می‌شوند و آن‌ها را به یک سرمایه‌گذاری با ارزش طولانی مدت و هم‌چنین یک نوآوری مهم در صنعت الکترونیک تبدیل می‌کنند. فن آوری مدرن نیمه هادی کنترل موتور، حسگر و تعاملات تجاری را ارتقاء داده و امکان فعالیت موثر و ایمن را در محیط کارخانه به کوبات‌ها فراهم می‌سازد. با کارمندان هماهنگ می‌شود تا نقاط قوت خود را برجسته‌تر کرده و علاوه بر افزایش کیفیت و بهره‌وری، روند توسعه فناوری را متحول کند.

حسگرهای یکپارچه برای مشاغل حساسی مانند کار با اجزای الکترونیکی، ایمن‌سازی قطعات حساس و وسایل گران قیمت بسیار مناسب هستند و کوبات‌ها را به یک دستگاه‌های خودکارسازی مقرون به صرفه با کارایی بالا برای کنترل PCB و آزمایش مدار تبدیل می‌کنند.

کوبات‌ها با کمک ML و با به اشتراک گذاشتن جزئیات خصوصی و سازمانی که از راه دور از ابر دریافت کرده‌اند، کوبات‌های مختلف دیگر را آموزش می‌دهند. با تحول پیوسته نوآوری و فرآیندهای تولید، OEM ها و ارایه‌دهندگان EMS به طور مداوم باید خود را با تمام تغییرات صنعت چهارم تا صنعت پنجم سازگار کنند تا بتوانند محصولات هوشمندتر، سریع‌تر و ارزان قیمت‌تری را تولید کنند. ایده‌آل بودن معیارهای امنیتی به ویژه در هنگام طرح‌ریزی کوبات‌ها بسیار اهمیت دارد؛ این شامل واحدهای حسگر نیز می‌شود چرا که این واحدها به کوبات کمک می‌کنند که برای عملکرد سریع، دقیق و ایمن با محیط اطراف خود آشنا شود. داده‌های حاصل از حسگرهای متعدد فورا اصلاح می‌شوند و کوبات مطابق با آن‌ها واکنش نشان می‌دهد. با ظهور هوش مصنوعی، کوبات‌ها به اطلاعات جمع‌آوری‌شده از واحدهای سنجش بهتر پاسخ می‌دهند. این نشان می‌دهد که کوبات‌ها می‌تواند اطلاعات را بررسی کنند، فاکتور بگیرند، مشکلات را برطرف کنند

و یاد بگیرند که چگونه به موقعیت‌های جدید پاسخ دهند، به تنهایی تصمیم بگیرند و با پرسنل کارگاه تعامل کنند.

بسیاری از تامین‌کنندگان قطعات الکترونیکی مشتاق پذیرش نوآوری‌ها هستند، زیرا مطمئنا می‌توانند بدون نیاز به هیچ گونه حصاری و در نتیجه با صرفه‌جویی در هزینه‌ها، در اتاق‌هایی محدود با کارگران کار خواهند کرد. کوبات‌ها یک فناوری مدرن ارزان قیمت با بازگشت سرمایه بسیار سریع‌تر در سال‌های اولیه اجرای خود هستند. تامین‌کنندگان قراردادی کوچک و متوسط، ارایه‌دهندگان EMS و ODM ها در فرآیند خودکارسازی از کوبات‌های دارای نرم‌افزارهای پیچیده نهایت استفاده را می‌کنند که این امر کیفیت تولید و هم‌چنین بهره‌وری را با کمترین هزینه اضافی و هم‌چنین کمترین نیاز به نیروی انسانی افزایش می‌دهد. یکی دیگر از فاکتورهای ضروری طراحی کوبات است. سر و صدای الکترونیکی که با میدان‌های الکترومغناطیسی تداخل دارد، امنیت و هم‌چنین کارآیی افراد در محیط کار، برخی از چالش‌های طراحی هستند که باید به آن‌ها رسیدگی شود. نکته جالب این است که با گسترش بیشتر فناوری‌های نوآورانه، کوبات‌ها در اقتصاد صنعتی آینده بهتر و رایج‌تر خواهند شد.

۲۰- هوش مصنوعی

رشد و توسعه هوش مصنوعی (AI) در صنعت الکترونیک کاملا واضح و آشکار است. تولیدکنندگان لوازم الکترونیکی با نوآوری و هم‌چنین قابلیت تطبیق سریع با روندهای در حال ظهور، وارد جریان اصلی شده و اساسا روش طراحی و توسعه قطعات الکترونیکی و در پی آن محصولات نهایی را تغییر داده‌اند. یکی از مورد انتظارترین برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی، استفاده از قابلیت آن در پیش‌بینی بیشتر و هم‌چنین انعطاف‌پذیرتر کردن سازمان در برابر جو در حال تغییر تجارت است که به تامین‌کنندگان لوازم الکترونیکی در محکم کردن پایه‌های ساخت دستگاه‌های هوشمند الکترونیکی پیشرفته برای آینده کمک می‌کند. هوش مصنوعی بر ایجاد تغییرات اساسی، نه تنها در جنبه مالی بلکه در ایمنی و کنترل عملیات خود نیز متمرکز است. گنجاندن هوش مصنوعی یکی از شروط موفقیت و پیشی‌گرفتن از بازار رقابتی در جهان محسوب می‌شود. نیاز به افزایش تجربه و رضایت مشتری زیاد است و مصرف‌کنندگان ابزارهایی را ترجیح می‌دهند که حتی از نظر تعامل و راحتی شخصی‌سازی شده باشند.

صنعت الکترونیک به دلیل سه پیشرفت مهم از جمله تحلیل‌های نوآورانه بر اساس شواهد و داده‌ها، پروسه‌های تجاری خودمختار و تجربه سه بعدی متکی بر هوش مصنوعی که باعث مشارکت بیشتر مشتری می‌شوند، شکوفا می‌شود. قدرت محاسباتی هوش مصنوعی و قدرت تحلیل پیشرفته با هزینه‌های کمتر، می‌تواند به تولیدکنندگان قراردادی کوچک و متوسط کمک کند تا عوامل متعدد و اطلاعات سابق را بررسی کرده و بتوانند بر اساس آن خرابی ماشین‌آلات را پیش‌بینی کنند و تعمیرات و اصلاحات لازم را قبل از وقوع آن انجام دهند. هوش مصنوعی علاوه بر الگوهای نقطه‌ای، از داده‌ها برای جمع‌آوری اطلاعات لازم جهت تشخیص منابع کم بازده و مناطقی که نیاز به رسیدگی دارند، استفاده می‌کند. انجام اصلاحات سریع و بهینه در فرآیندهای تولید بر اساس این مشخصات، می‌تواند بازده را افزایش دهد.

۲۱- چالش‌های کسب‌وکار در تحول فرآیند

مسیر نوآوری فناورانه به سمت محصولات بسیار هوشمند و کارآمد در حال تغییر است، محصولاتی که دارای ویژگی‌های ایمنی، سلامتی و حفاظتی بوده و به طور موثر قابلیت استخراج انرژی دارند. EMS ها و شرکت‌های PCBA برای حفظ رقابت و تقویت فرآیندهای تولید، کاهش اشتباهات و مدیریت فرآیندهای ساخت مربوط به تولید و مونتاژ محصولات الکترونیکی نهایی، بایستی فرآیندهای خود را تغییر دهند. تامین‌کنندگان لوازم الکترونیکی باید از تجربیات خود نه تنها در ایجاد محصولات خود، بلکه در طراحی محصول و نوآوری‌های فرآیند خود نیز استفاده کنند. اتصال به شبکه بخش مهمی از تحول فرآیند است. افزایش سرعت پیشرفت حاصل از بهبود پروسه‌ها، ارایه‌دهندگان EMS، ODM ها و هم‌چنین OEMS را مجبور می‌کند تا برای اینکه در رقابت بمانند، همواره بر نوآوری تمرکز کنند.

صنعت چهارم و پنجم آزمون و خطاها و فرصت‌های کاملا جدیدی را برای تامین‌کنندگان لوازم الکترونیکی که آماده پذیرش و سرمایه‌گذاری در حوزه اقتصاد صنعتی دیجیتال هستند، فراهم می‌کنند. این نه تنها برای گسترش تولید محصولات جدید، تجهیزات یک شرکت را به خودی خود به کارخانه‌های هوشمند تبدیل می‌کند، بلکه با آغاز تحول فرآیند کسب‌وکار خود، طرح‌های سازمانی جدیدی را نیز ایجاد می‌کند. چالش‌هایی که شرکت‌های الکترونیک با آن روبه‌رو هستند بسته به حجم، ترکیب اقلام و الگوهای در حال اجرا، می‌تواند بسیار متفاوت است: حجم کم با ترکیب بالا، حجم زیاد با ترکیب کم، حجم متوسط با ترکیب متوسط، به علاوه تخصص‌ها و با توجه به اینکه به کدام بخش صنعتی (مانند خودرو، انرژی، هوافضا،

پزشکی و غیره) فروش انجام می‌دهند. استقبال از تحول فرآیند علاوه بر مدیریت زنجیره تامین و توزیع محصول، به پذیرش نگرش یادگیری مکرر چگونگی افزایش تولید نیز بستگی دارد.

اثربخشی حاصل از تحول صنعتی، این امکان را برای تولیدکنندگان لوازم الکترونیکی فراهم می‌کند تا بتوانند بسیار فعال‌تر و انعطاف‌پذیرتر به پیشامدهای جدید پاسخ دهند. همه تامین‌کنندگان دستگاه‌های الکترونیکی به جای اینکه نوآوری‌ها را به زور وارد رویه سازمان خود کنند، باید از داده‌هایی استفاده کنند که در حال حاضر در کل عرضه قابل استفاده باشند و بتوانند فرآیندهای خاص را به گونه‌ای بهبود بخشند که به پیشرفت کلی کمک کنند. موفقیت در تغییر فرآیند هوشمند با قبول ارزش افزوده آن رابطه مستقیم دارد. علاوه بر این، ضروری است که شرکت‌ها برای دست‌یابی به تجربیات مطابق با نوآوری، برنامه فناورانه اصلی خود را در مراحل اولیه ایجاد کنند. انتظار می‌رود که تحول صنعتی کامل، خدمات تولید الکترونیکی را از نظر هزینه و کیفیت به درجات بالاتری برساند.

در تحول فرآیند علاوه بر آموزش، نیاز به قابلیت‌های جدید نیز وجود داشته و بیشتر بر ارتباط بین تجهیزات و اپراتورها تمرکز می‌شود. دستگاه‌های هوشمندی که در تحول فرآیند مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توانند به‌طور موفقیت‌آمیز مشکلات را نیز رفع می‌کنند. هم‌چنین احتمالا از سرویس‌ها خواسته می‌شود تا بیش از آنکه به نحوه مدیریت داده‌های خود اعتماد می‌کنند به ربات‌های صنعتی و کوبات‌ها اعتماد داشته باشند. این مزایای بسیاری را برای تولیدکنندگان دستگاه‌های الکترونیکی تضمین می‌کند. با تقسیم وظایف در تمام مراحل تولید الکترونیکی، فرصت‌های بسیار زیادی برای بهبود اثربخشی عملیاتی و افزایش کارایی فراهم می‌شود.

۲۲- اتصال خودکارسازی فرآیند به تحول فرآیند

سامانه‌های کنترل فرآیند و تصویرسازی (مجازی‌سازی) پیشرفته، عناصر اصلی در راهکارهای خودکارسازی تا تحول هستند، به ناچار قوت‌دهنده کارخانه‌های کاملا خودکار نیز محسوب می‌شوند. توانایی تامین‌کنندگان برای ردیابی عیوب دستگاه‌های PCB به‌طور کامل و با توجه به داده‌های دیجیتال در سراسر خط تولید و هم‌چنین انتقال این داده‌ها مستقیما به مرکز تولیدی MES توسط برنامه‌های پرخطر، فرآیند رو به رشدی را به ارمغان می‌آورد. ظهور سیستم کنترل فرآیند پیشرفته و هم‌چنین تصویرسازی، نشان‌دهنده اولین قدم‌ها به سمت ایجاد یک کارخانه کاملا خودکار است که توسط هوش مصنوعی امکان‌پذیر شده است. صنعت PCB نه

فقط در زمینه طراحی محصول و با نحوه ساخت و قابل اعتماد بودن آن، بلکه در زمینه بازخورد به دستورالعمل‌های پایدار و یکپارچه و حتی استانداردهای تجاری بیشتر نیز در حال پیشرفت و هم‌چنین گسترش است.

۲۳- طراحی پایدار در تولید

طراحی قطعات الکترونیکی موثر و قابل اعتماد با کاهش مصرف انرژی و تلاش برای کشف گزینه‌های جدید و بسیار ایمن‌تر به جای مواد و فرآیندهایی که برای محیط‌زیست و افراد خطرآفرین هستند، به سبزتر شدن صنعت الکترونیک کمک می‌کند. تامین‌کنندگان PCB همواره در زمینه کاهش تولید پسماند با مشکلاتی روبرو هستند. افت عملکرد و افزایش مصرف انرژی، در راهکارهای ایجاد شده برای کاهش قیمت‌ها مشکل ایجاد می‌کنند. روش‌های مورد استفاده در صنایع تولیدکننده لوازم الکترونیکی با ایجاد تحول در سیستم‌های تولید و تبادل ارزش پایدار، سرعت دست‌یابی به یک سیستم پایدار را افزایش می‌دهد.

با توجه به اینکه امروزه پایداری زیست‌محیطی یک نگرانی حیاتی به شمار می‌آید، تامین‌کنندگان تمرکز خود را بر این معطوف کرده‌اند که چگونه می‌توانند از فناوری‌های نوآورانه هوشمند استفاده کنند تا از نظر سازگاری، برنامه‌ها و روش‌های زیست‌محیطی بسیار فعال‌تر و هم‌چنین پاسخگو باشند. یک روش برای کارآمد بودن در زمینه منابع، کاهش ضایعات، بررسی ابزارهایی برای از بین بردن ضایعات است که می‌توان بیشترین سود را از عملکرد منابع به‌دست آورد.

تولید پایدار در ابعاد مختلف یعنی محیط‌زیست، فرهنگ، وضعیت اقتصادی، فناوری و نظارت بر عملکرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف از پایداری، طراحی و توسعه فرآیند تولید و قطعات بدون آسیب به اتمسفر است که در آن قطعات باید ۱۰۰ درصد قابل بازیافت باشند. تولیدکنندگان PCB در حال حاضر بر روی چنین ترکیبی متمرکز شده‌اند تا بتوانند در مسیر دست‌یابی به تولید پایدار، از مزایای تحول صنعتی بیشتر برخوردار شوند. همسان‌سازی بی نقص فناوری پیشرفته توسط صنعت چهارم که با صنعت پنجم ادغام شده است، حجم عظیمی از اطلاعات را ایجاد می‌کند که نقش اصلی را در ایجاد روش‌ها از منظر زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی ایفا می‌کند. تامین‌کنندگان قراردادی کوچک و متوسط عمدتا بر اثربخشی انرژی، عملکرد، رقابت و کاهش هزینه‌ها تمرکز می‌کنند نه بر اهداف تولید پایدار. آن‌ها باید مزایای صنعت سوم و

صنعت چهارم را طی صنعت پنجم بشناسند و خود را درست به یک جامعه زیست‌محیطی متصل و هوشمند دارای اهداف پایدار تبدیل کنند.

۲۴- خلاصه

توسعه یکپارچه‌سازی دیجیتال در طراحی PCB طی تولید، برای تولید محصولات نهایی با کیفیت عالی، مقرون به صرفه و سر وقت بسیار مهم و حیاتی است. شرکت‌ها باید دقیقا نحوه استفاده از فرآیند خودکارسازی، سیستم هوش مصنوعی، اتصال ML، IIoT و فناوری‌های نظارت‌کننده داده‌ها را به منظور ایجاد قطعات الکترونیکی موثرتر، کارآمدتر و شفاف‌تر درک کنند. بدیهی است که صنعت الکترونیک در کلیت خود IIoT را پذیرفته است. اسپایک (ضربه پالسی) به محصولات دستگاه‌های الکترونیکی محبوب است که باعث به‌وجود آمدن حکومت کاملا جدید دورکاری در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ شدند و این امکان را برای کارگران حوزه‌های مختلف صنعت فراهم می‌کنند تا بتوانند به‌صورت دورکاری کار کرده و تقاضاها را برآورده کنند. وقتی صحبت از عرضه و تقاضا می‌شود، تولیدکنندگان لوازم الکترونیکی برای ادامه عملیات، برانگیختن تعامل در CFT و هم‌چنین بین فروشندگان، نمایندگان و خرده‌فروشان و مراقبت از موجودی‌ها و فهرست اقلام در یک محدوده بین المللی، به سیستم‌های قابل اعتماد و ایمن عمدتا مبتنی بر محیط ابری نیاز دارند.

بر اساس عملکردهای موردنیاز در فرآیند تولید، بخش خرید با استفاده از سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) و سیستم کنترل فرآیند، MES را برای فرآیند PCBA در سازمان نظارت می‌کند تا از بالاترین درجه عرضه مطمئن می‌شود. مراقبت از منبع داده کلان چنین عناصری شامل اطلاعات غیر فنی مانند حداقل مقدار سفارش، آماده‌سازی و قیمت می‌شود. تمام شرکت‌ها در هر اندازه‌ای که باشند قطعا می‌توانند بر اساس جزئیات بلادرنگی که این ابزارهای متصل هوشمند ارایه می‌دهند، تصمیمات پخته‌تری بگیرند. ترکیب با سایر فناوری‌های مدرن در تحول صنعتی، می‌تواند به اتخاذ تصمیم‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت موثرتری کمک کند.

اثربخشی زنجیره تامین در تولیدکنندگان PCB به تدریج بر پایه فناوری‌های مدرن و حیاتی استوار می‌شود که برنامه‌ریزی، تدارکات، خرید هوشمند، انبارداری و تحلیل را تقویت می‌کند. منبع‌یابی مواد اولیه، اجزای عرضه و توزیع نهایی کالا به مشتری، حرکت به سمت طراحی زنجیره تامین الکترونیکی از قوه تولیدکنندگان

PCBاستفاده می‌کند تا کنترل بسیار بیشتری بر زنجیره تامین داشته باشند. هزینه تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌شده از هزینه‌های مربوط به خرابی دستگاه، افت در تعمیر و نگهداری و هزینه تعمیر جلوگیری می‌کند که این با انعطاف‌پذیری بیشتر دستگاه‌ها بهبود می‌یابد. در تحول صنعتی با جمع‌آوری داده‌ها مطمئنا می‌توان زمان و چگونگی توقف کار یک قطعه از تجهیزات را پیش‌بینی کرد و فرصت جلوگیری از وقوع آن را برای تصمیم‌گیران سازمان فراهم کرد. از آنجایی که اتصال به شبکه بخش اصلی IIoT است، بنابراین با استفاده از فناوری‌های مدرن انگیزه استفاده از تجربیات نه تنها برای ایجاد تجهیزات، بلکه برای طراحی و فرآیند نیز بیشتر می‌شود. در ادامه نوآوری‌های ایجاد تعامل باسیم یا بی‌سیم، هر دو در آینده طرفداران بسیار زیادی خواهند داشت و بسیار برجسته خواهند بود. با درنظر گرفتن تخریب زیست‌محیطی، باید علاوه بر پیشرفت‌های فناورانه در زمینه دفع پسماندهای الکترونیکی به روشی ایمن، دستورالعمل پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی (WEEE) در سراسر شرکت‌ها اجرا شود. ایمنی داده‌ها و فناوری اطلاعات وظیفه اصلی تحقق تحول صنعتی را دارند و باید به‌عنوان فاکتورهای اصلی تایید و موفقیت در سیستم‌های الکترونیکی اجرا شوند. صنعت چهارم و پنجم به‌طور کلی هنوز در مرحله‌ای هستند که باید بدانیم کجا و دقیقا چگونه می‌توانیم برای برآورده کردن تقاضاهای مشتری، آن را با نقاط قوت و نوآوری‌های CFT موجود به درستی اجرا کنیم.

منابع

[68] AFMG. (2019). All You Need to Know About Me metal-binder-jetting-all-you-need-to-know/

[69] Ansys. n.d. Engineering Autonomous Vehicles with Simulation and AI. https://www.ansys.com/ en-in/technology-trends/artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning

[70] Bär, K., Herbert-Hansen, Z. N. L., & Khalid, W. (2018). Considering industry 4.0 aspects in the supply chain for an SME. *Production engineering*, *12*, 747-758. https://link.springer.com/article/10.1007/s11740-018-0851-y

[71] Bassi, L. (2017). Industry 4.0: hope, hype or revolution?. *2017 IEEE 3rd international forum on research and technologies for society and industry (RTSI)* (pp. 1-6). IEEE.

[72] Daim, T. U., & Kocaoglu, D. F. (2008). How do engineering managers evaluate technologies for acquisition? A review of the electronics industry. *Engineering management journal*, *20*(3), 44-52.

[73] Daim, T. U., Garces, E., & Waugh, K. (2009). Exploring environmental awareness in the electronics manufacturing industry: a source for innovation. *International journal of business innovation and research*, *3*(6), 670-689.

[74] de Guerre, D. W., Séguin, D., Pace, A., & Burke, N. (2013). IDEA: a collaborative organizational design process integrating innovation, design, engagement, and action. *Systemic practice and action research*, *26*, 257-279. https://link.springer.com/article/10.1007/s11213-012-9250-z

[75] Esfandyari, A., Härter, S., Javied, T., & Franke, J. (2015). A lean based overview on sustainability of printed circuit board production assembly. *Procedia CIRP*, *26*, 305-310. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.059

[76] Krishnaswamy, K. N., Subrahmanya, M. B., & Mathirajan, M. (2010). Process and outcomes of technological innovations in electronics industry SMEs of Bangalore: a case study approach. *Asian journal of technology innovation*, *18*(2), 143-167.

[77] Paganin, L., & Borsato, M. (2017). A critical review of design for reliability-a bibliometric analysis and identification of research opportunities. *Procedia manufacturing*, *11*, 1421-1428. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.272

[78] Partanen, J., & Haapasalo, H. (2004). Fast production for order fulfillment: Implementing mass customization in electronics industry. *International journal of production economics*, *90*(2), 213-222.

[79] Peterson, Z. (2020). PCB functional testing and the role of manufacturer collaboration. https://resources.altium.com/p/pcb-functional-testing-and-role-manufacturer-collaboration

[80] Roboze. n.d. The potential of additive manufacturing in the space sector. https://www.roboze.com/en/resources/roboze-additive-manufacturing-for-the-space-sector.html

[81] Shin, N., Kraemer, K. L., & Dedrick, J. (2009). R&D, value chain location and firm performance in the global electronics industry. *Industry and Innovation*, *16*(3), 315-330.

[82] Strange, R., & Zucchella, A. (2017). Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, *25*(3), 174-184.

[83] UI Path. n.d. RPA Solutions for Accounts Payable. https://www.uipath.com/solutions/process/accounts-payable-automation

[84] Universal Robots. n.d. Melecs EWS GMBH Case Study. https://www.universal-robots.com/case-stories/melecs-ews/

[85] Wang, X. V., & Wang, L. (2019). Digital twin-based WEEE recycling, recovery and remanufacturing in the background of Industry 4.0. *International journal of production research*, *57*(12), 3892-3902.

[86] Whitmore, M., & Ashmore, C. (2010). The development of new SMT printing techniques for mixed technology (heterogeneous) assembly. *2010 34th IEEE/CPMT International Electronic Manufacturing Technology Symposium (IEMT)* (pp. 1-8). IEEE.

[87] Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International journal of production research*, *56*(1-2), 848-861.

فصل ششم

تحول در فرآیند و تولید صنعتی

در تولید صنعتی مجموعه‌ای از انواع تجهیزات مختلف، از محصولات صنایع بزرگ گرفته تا لوازم خانگی ابتدایی ساخته می‌شوند؛ برخی از محصولات صنعتی عبارت‌اند از مواد مورد استفاده در بسته‌بندی محصولات، محصولات کم‌مصرف پلی وینیل کلرید غیرپلاستیکی (uPVC)، شیشه، سیستم‌های فزاینده خورشیدی، دستگاه‌های زمینی کمکی، سوپاپ‌های تجاری، نفت و گاز و محصولات دارویی. تولید صنعتی مقوله گسترده‌ای است که باید از آن آگاه باشیم. کارایی و صرفه‌جویی تنها راهی است که توسط آن شرکت‌های تولیدکننده می‌توانند خود را از دیگران متمایز کنند و اکثر سرمایه‌گذاران این حوزه شرکت‌های چند رشته‌ای هستند و محصولاتی را تولید می‌کنند که در بخش‌های متعدد قابل استفاده هستند. یکی از باب‌های رایج در این زمینه، استفاده از راهبردهای تولیدی پیچیده است. از آنجایی که بازار بین‌المللی لجستیک پیچیده‌تر شده و تولیدکنندگان بیشتر به هم متصل هستند و از آنجایی که این به یک استاندارد برای بسته‌بندی و ساخت محصول نهایی نزدیک به زمان تحویل به مشتری نهایی تبدیل شده است، انتظار می‌رود شرکت‌های کوچک و متوسطی که از تولید غیرمتمرکز تبعیت می‌کنند، رشد بیشتری را تجربه کنند. تحول تدریجی محصول مقدمه ایجاد کسب‌وکارهای متعددی است که داده‌ها را جمع‌آوری می‌کنند و با مشارکت مصرف‌کنندگان فعالیت می‌کنند.

شرکت‌های تولید صنعتی از بستر ایجاد شده توسط سیستم رایانه‌ای که دنیای واقعی را با موضوعات دیجیتالی ترکیب می‌کند، استفاده می‌کنند. درگیری‌های سیاسی-جغرافیایی کنونی و آشفتگی‌های ناشی از COVID-19، در واقع بحث آینده جهانی شدن را دوباره شعله‌ور کرده است. علاوه بر طراحی تولید غیرمتمرکز، انبارداری و تدارکات نیز مستلزم زنجیره‌های تامین منطقه‌ای بسیار بیشتری از جمله رایانش ابری و سیستم‌های بهبودبخش تجهیزات IT پیشرفته است تا بتواند برای پاسخگویی به تغییرات بازار و هم‌چنین رسیدگی به مسائل مربوط به انطباق مدیریتی و برای استفاده از کارایی هزینه و عملیاتی که با توسعه بین‌المللی همراه است، زنجیره تامین را شفاف‌تر کنند. صنعت چهارم، برای تقویت زنجیره تامین، افزایش بهره‌وری، بهبود رویه‌ها و به‌دست آوردن سهم بیشتری از بازار جهانی صنعت تولید تجاری را تجهیز می‌کند.

۱- صنعت انرژی فتوولتائیک یا خورشیدی[1] (PV)

انرژی تجدیدپذیر در حال حاضر ضروری‌ترین عنصر در تولید صنعتی است. صنایع در سرتاسر جهان در تلاش هستند تا عملا ابزارهایی را تولید کنند که به محیط‌زیست آسیب وارد نکند. تولیدکنندگان آینده، اعم از شرکت‌های کوچک و متوسط یا تولیدکنندگان تجهیزات اصلی در زمینه منابع انرژی تجدیدپذیر آموزش می‌بینند که این آموزش‌ها شامل فناوری مدرن و هزینه فناوری‌های منابع تجدیدپذیر و قابلیت آن‌ها در ارایه ایده‌های مهم است. تولیدکنندگان صنعتی مشتریان بزرگ نیروی برق بوده و اکثرا پایدار و ماندگارند. آن‌ها برای گسترش یک سیاره سبزتر و پاک‌تر، هزینه‌های بسیار هنگفتی را تقبل می‌کنند. به دلیل آگاهی از قوانین، میزان انرژی مورد نیاز و اهمیت روزافزون انرژی برای راه‌اندازی یک کارخانه هوشمند، توجه به کارایی انرژی در بخش‌های صنعتی نسبت به گذشته افزایش یافته است. پنجمین انقلاب صنعتی هم مانند چهارمین انقلاب صنعتی در صدد ایجاد تغییرات بیشتر در اقتصاد صنعتی آینده است.

انرژی‌های تجدیدپذیر زیرساخت‌های جدید و موثرتری را برای حوزه‌های صنعتی ایجاد کردند. صنعت سوم با تولید منابع تجدیدپذیر، مملو از ترکیبات تا حدی ذخیره شده به صورت هیدروژن، با استفاده از روش‌های بین شبکه‌ای هوشمند پراکنده و متصل به برق (انرژی) و نقل و انتقالات تخلیه صفر، جهان را بسیار متحول کرده بود. مصرف انرژی عامل مهمی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و هم‌چنین تغییرات اقلیمی جهانی محسوب می‌شود. صنعت چهارم به تولیدکنندگان صنعتی فرصت استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند خورشید، باد و گرمایش زمین را فراهم می‌کند. انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی را در کربن‌زدایی کل زمین ایفا می‌کند. با افزایش تاثیر سیستم‌های منابع تجدیدپذیر، هزینه‌ها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و روندی با ایده‌هایی مانند اندازه‌گیری هوشمند و شبکه‌های هوشمند پایه‌گذاری شد.

شبکه‌های هوشمند، ابزارهای اتصال را به شرکت‌های برق، ژنراتورها و کاربران عرضه می‌کنند و با استفاده از فناوری‌های جدید، منجر به ایجاد نیاز به فناوری‌ها و باتری‌های مدرن تولیدکننده برق شده و زنجیره‌های تامین قوی تری را نیز ایجاد می‌کنند.

مصرف کنندگان به روش‌هایی منظم و سازگار با محیط‌زیست نیاز دارند تا بتوانند با کاهش انتشار کربن، مصرف انرژی و هزینه‌های آن را نیز کاهش دهند. صنعت چهارم به منظور ایجاد ثبات و یکپارچگی مورد

[1] Solar Photovoltaic (Pv) Industry

نیاز، امکان مدیریت مطمئن یک روش تولید انرژی فراوان و در عین حال غیرقابل پیش بینی را فراهم می‌کند. استقبال افراد محبوب از انرژی خورشیدی (PV) صنعت را رقابتی‌تر می‌کند. این انرژی با استفاده صحیح از نوآوری‌های هوشمند، هزینه‌های انرژی الکتریکی را کاهش می‌دهد. انرژی خورشیدی در واقع به عنوان یک منبع انرژی سبز شناخته شده است. منبع تغذیه مرکزی که به عنوان یک الگوی موفق یکپارچه، روز به روز انعطاف‌پذیرتر و غیرمتمرکزتر می‌شود. انرژی جمع‌آوری شده از منابع مختلف مجاور و سامان‌یافته که بسیار ارزان‌تر، مطمئن‌تر و بدون شک سبزتر است.

سامانه‌های دارای انرژی خورشیدی مانند مزرعه‌های خورشیدی و نیروگاه‌های خورشیدی متمرکز در حال تبدیل شدن به مهم‌ترین منابع انرژی جهان هستند که علاوه بر کاهش انتشار کربن، انرژی بیشتری نسبت به سایر منابع سوخت تجدیدناپذیر مانند سیستم‌های بادی و برق آبی تولید می‌کنند. صنایع تولیدی از ساختمان‌های بزرگ مناسب برای سیستم‌های بام‌سازی استفاده می‌کنند زیرا برای سیستم پانل PV مناسب‌تر هستند. استفاده از انرژی خورشیدی مطمئنا باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های مصرف برق شده و در عین حال مانع از افزایش قیمت آن خواهد شد.

بسیاری از رهبران شرکت‌های تولید صنعتی ممکن است تصور کنند که این شرایط برای کسب‌وکارهای کوچک تا متوسط صدق نمی‌کند، در حالیکه در اشتباهند. برای شرکتی که برق زیادی برای ابزارهای برقی، چراغ‌های بیرونی و داخلی، ماشین‌ها و غیره استفاده می‌کند، موثرترین روش برای مدیریت هزینه مصرف برق، یافتن منابع انرژی جایگزین، مانند انرژی خورشیدی است. انرژی فراوان خورشیدی یک منبع نامحدود برای برق است که به لایه اوزون آسیب نمی‌رساند. سیستم‌های انرژی خورشیدی صنعتی یک سرمایه‌گذاری در آینده سیاره زمین هستند که می‌توانند به استفاده از منابع انرژی تجدیدناپذیر و حفاظت از محیط‌زیست کمک کند. علاوه بر نوآوری‌هایی مانند اجزای دو وجهی که به پانل‌ها کمک می‌کنند تا بتوانند انرژی خورشیدی را از هر دو طرف جذب کنند، پیشرفت در تولید انرژی خورشیدی در حال کاهش مقدار محصولات پرهزینه‌ای مانند سیلیکون است که در ساخت باتری‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نسخه سازمانی جدید انرژی در قالب خدمات (EaaS) بازار انرژی را متحول می‌کند. کسب‌وکارهای دارای اهداف پایدار که مشتاق استخراج هستند، از صرفه‌جویی‌های مالی در مصرف برق بهره می‌برند و با یک متخصص EaaS دارای فناوری ارزیابی منحنی توان کسب‌وکار با هدف تعیین موثرترین فرصت‌ها برای

بهینه‌سازی انرژی، همکاری می‌کنند؛ بنابراین، چشم‌انداز توان از متمرکز، قابل پیش‌بینی، بالا و پایین و یک جهته، به غیرمتمرکز، متناوب، شبکه‌سازی شده به صورت افقی و هم‌چنین دو جهته تبدیل می‌شود.

نوآوری‌های دیجیتالی مانند هوش مصنوعی (AI)، یادگیری ماشینی (ML)، ربات‌های صنعتی، کوبات‌ها، اینترنت اشیاء (IoT) یا اینترنت صنعتی اشیاء (IIoT)، منجر به تحولات بنیادی در صنعت، به حداکثر رسیدن ارتباطات انسان و ماشین و استفاده از مزایای ارزش افزوده می‌شود. این یعنی ارزش دادن به کارگران انسانی در عملیات تولید. فناوری به صورت شبانه‌روزی در حال پیشرفت است. استفاده از انرژی خورشیدی در صنعت خودکارسازی به خودی خود یک تحول فناورانه محسوب می‌شود و صنایع بسیار خوش‌شانس هستند که می‌توانند آن را تجربه کنند. انرژی خورشیدی راه را برای فناوری‌های مدرن متصل و هوشمند، به‌ویژه در تولید صنعتی هموار می‌کند. با کاهش سرعت نوآوری، توانایی‌ها و کاربرد سیستم‌های فتوولتائیک به طور قابل توجهی افزایش یافته است. با این حال، هزینه‌های بالای راه اندازی این سیستم هم‌چنان یک مانع است. شرکت‌های کوچک و متوسط نوظهور با ساخت محصولات مصرف کننده انرژی خورشیدی فزاینده به یکی از بزرگ‌ترین عوامل کاهش هزینه‌های نصب تبدیل می‌شوند.

۲- خودکارسازی و تحول فرآیند در حوزه انرژی خورشیدی

افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مشکلات انعطاف‌پذیری و مسائل پایداری تنها چند عامل هستند که تقاضای حوزه‌های انرژی خورشیدی را به سمت تغییر سوق می‌دهند. صنعت چهارم و صنعت پنجم که منجر به اقتصادهای تحول‌یافته پیشرفته شده‌اند، تاثیر چشمگیری در زمینه توان دارند. تولید، توزیع، مصرف و تولید هوشمند انرژی خورشیدی در نتیجه فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیاء، ابر و داده‌های کلان، ML، AI، واقعیت افزوده (AR) یا واقعیت مجازی (VR)، نسخه دیجیتال، خودکارسازی فرآیندهای رباتیک (RPA)، ربات‌های صنعتی، کوبات‌ها، بلاک چین و غیره تغییرات عظیم انقلابی را تجربه می‌کنند. این تغییرات، برای ساخت شبکه‌های هوشمند، مدیریت انرژی‌های تجدیدپذیر، توزیع تولیدنسل، تشخیص الگوی استفاده، نظارت پویا و تعامل با مشتری، شامل این پیشرفت‌های فنی می‌شوند.

سوال اصلی که در ذهن ما به‌وجود می‌آید این است که چرا حوزه‌های انرژی خورشیدی به سمت تغییر فرآیند می‌روند؟ بازارهای انرژی خورشیدی به انرژی‌های تجدیدپذیر متکی هستند. شیوع ویروس کرونا بسیاری را وادار کرده است که کسب‌وکار خود را تعطیل کنند و نشان داده است که بقای بسیاری از مشاغل به اجرای

خودکارسازی بستگی دارد. تصمیم‌گیران باید مطلوب‌ترین ترکیب خدمات دارای فناوری مناسب و سفارشی شده با خدمات موجود در بازار و الگوهای سازمان و هم‌چنین عملیات سیستم با یک ترفند سازمان یافته را تشخیص دهند.

۳- خودکارسازی نیروگاه خورشیدی

نیروگاه خورشیدی دارای صدها ابزار متصل از سمت تامین‌کنندگان مختلف است که در تمام محدوده‌های جغرافیایی توزیع شده‌اند. میزان انرژی که یک سیستم می‌تواند با توجه به مکان، موقعیت و هم‌چنین اثربخشی تغییر نیروگاه تولید کند، بایستی با استفاده از یک سیستم انرژی الکتریکی خورشیدی ارزیابی شود. ادغام برخی سیستم کنترل‌کننده عملکرد جهت نظارت بر مقدار انرژی تولید شده و اطمینان از پاسخ سریع آن به هنگام بروز مشکلات بسیار مهم است. هم‌چنین استفاده از یک سامانه سرپرستی و گردآوری داده (SCADA) به منظور نظارت سریع، تنظیم و ارزیابی عملکرد ضروری است تا اطمینان حاصل شود که راندمان تبدیل طرح‌ریزی، زمان توقف کم و تشخیص عیب یک نیروگاه انرژی خورشیدی هم‌چنان در طول عمر آن بدون آسیب باقی می‌ماند.

مدیریت مطمئن پروسه سیستم اسکادا، با تصویرسازی داده‌های بلادرنگ و توسط سیستم‌های هشدار اتفاق می‌افتد. بستر برنامه تعاملی برای نمایش ساده و مدیریت واحدهای حسگر ناحیه، محرک‌ها و مبدل‌ها یک بستر سودمند است. صفحه نمایش‌های متعدد و جهت‌یابی غریزی به واسطه عقاید قانونمند، آغاز عرضه عملیات سیستمی سازمان‌یافته را برای شرکت‌های کوچک و متوسط تضمین می‌کند. تحلیل برنامه اسکادای پیشرفته در نیروگاه انرژی خورشیدی اطلاعات مفیدی را در مورد عملکرد نیروگاه ارایه می‌دهد. ارایه این داده‌ها به صورت بصری و با استفاده از نمودارها و گزارش‌ها بر روی صفحات کنترل بصری، به استفاده بهینه از کارایی و هم‌چنین از جزئیات کامل گزارش کمک می‌کند. شرکت‌های کوچک و متوسط می‌توانند با کمک یک سیستم همه کاره و با جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات تولید از سایت‌های کارخانه، مسیر خودکارسازی را آغاز کنند. سیستم‌های اسکادا یک نیروگاه خورشیدی را به‌طور همه‌جانبه پشتیبانی می‌کنند.

۴- تولید صفحات خورشیدی با چاپ سه بعدی

ایجاد صفحات خورشیدی متنوع و جدید یک فرآیند طولانی بوده و مستلزم آزمایشات و الگوهای مختلف است. فناوری مدرن با پیشرفت صفحات خورشیدی ساخته شده با چاپ سه بعدی، بسیار سریع‌تر از همیشه

در حال تغییر است. با استفاده از این فناوری، می‌توان سلول‌ها را در عرض چند دقیقه تولید کرد و راندمان را سرعت بخشید. سیستم‌های نصب و راه‌اندازی از متداول‌ترین تجهیزات (سخت افزار) مورد استفاده در زمینه انرژی خورشیدی هستند که یک چشم انداز فوق‌العاده برای ساخت افزایشی محسوب می‌شوند. در صفحات خورشیدی با چاپ سه بعدی، پایه صفحه یک ورق پلاستیکی شفاف است که به صورت لایه‌هایی از جنس جوهر نیمه‌هادی تا سطح آن قرار گرفته است تا سلول‌هایی با ضخامت ۲۰۰ میکرون یعنی تقریبا چهار برابر تراکم موی انسان، ایجاد کند.

انرژی خورشیدی این اطمینان را می‌دهد که تولید و ترابری خورشیدی می‌تواند تقاضای روزافزون مشتریان طرفدار انرژی سبز را برآورده کند. دستگاه چاپ سه بعدی باتری‌های خورشیدی بسیار نازکی را ایجاد می‌کند که می‌توانند روی محصولات ارزانی مانند پلاستیک، فیبر یا کاغذ چاپ شوند. توانایی این فناوری در توسعه صفحات خورشیدی سبک وزن و مناسب، ممکن است تاثیر مطلوب‌تری بر روی دستگاه‌های الکترونیکی آینده، پوشاک پیشرفته و حتی رنگ خودرو و هم‌چنین رنگ‌های مورد استفاده برای سازه‌ها به شکل اسپری خورشیدی داشته باشد.

۵- انرژی خورشیدی تقویت شده توسط خودکارسازی فرآیندهای رباتیک (RPA)

صنعت انرژی خورشیدی با عصر چالش‌ها مواجه است، چالش‌هایی اعم از رقبای قوی، قوانین سرسخت، پایداری زیست‌محیطی و غیره. با درنظر گرفتن خودکارسازی فرآیند به عنوان گام اولیه به سوی صنعت چهارم، RPA یکی از حوزه‌هایی است که بیشترین رشد را در بازار گسترده‌تر هوش مصنوعی تجربه کرده است. علاوه بر این، فرآیند خودکارسازی در حال حاضر با آغاز مدیریت و سازوکارهای مکرر پشت صحنه سازمانی در بازار انرژی خورشیدی در حال پیشرفت است. برخی از موقعیت‌هایی که اجرای RPA در آن‌ها مناسب است، حوزه‌های حسابداری، مالی، منابع انسانی، حسابرسی و رسیدگی به امور اداری پروسه‌ها هستند. در مورد شرکت‌های کوچک و متوسط، برای تثبیت یک چک‌لیست گسترده از رویه‌ها و ایجاد موقعیت تجاری برای حمایت از سرمایه‌گذاری مالی، انتخاب RPA باید با ایجاد یک ترفند بر مبنای روش فعلی IT شرکت و ارزیابی فرآیند RPA در سطح بالا شروع شود.

یکپارچگی، قیمت و بازگرداندن اعتماد مصرف‌کننده حوزه انرژی خورشیدی را هدایت می‌کند. صنایع انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری در زمینه RPA را افزایش می‌دهند تا بهره‌وری عملیاتی را با خودکارسازی

وظایف بهبود بخشیده و در نتیجه به کاهش هزینه‌های رویه انرژی کمک کنند. مسیر RPA باید نقشه‌ای در جهت رشد کسب‌وکار باشد و هوش مصنوعی را با RPA به عنوان یک عامل توانمندساز مهم ادغام کند. هر دو نوآوری می‌توانند دقت مشاغل را افزایش دهند، فشار نیروی کار را کاهش دهند، با قابلیت پردازش خود تحلیل‌های جدید انجام دهند و مجموعه داده‌های پیچیده را به هم متصل کنند. کربن‌زدایی، حذف مقررات دست‌وپاگیر و تمرکززدایی با برقراری تعادل بین تقاضا و عرضه توسط هوش مصنوعی و RPA، بر بازار انرژی خورشیدی تاثیر می‌گذارد، در نتیجه کارایی را در کل زنجیره ارزش بهبود می‌بخشد، تجربه مصرف‌کننده را تغییر می‌دهد و نوع خدمات را تغییر می‌دهد.

۶- گنجاندن واقعیت افزوده (AR) در حوزه انرژی خورشیدی

واقعیت افزوده بر روی جزئیات الکترونیکی، دید مستقیم یا غیرمستقیم یک محیط فیزیکی و دنیای واقعی قرار دارد؛ در اینجا، عناصری مانند نسخه‌های سه بعدی و کلیپ‌های ویدیویی در دنیای واقعی از طریق دستگاه‌های هوشمند یا عینک‌های AR افزایش می‌یابند. استفاده از AR در حوزه انرژی خورشیدی به طور قابل توجهی به ایمنی کارکنان و حفاظت از اموال کمک کرده است. تحلیل داده‌ها ایده‌هایی قابل اجرا ارایه می‌دهد و AR داده‌های ارایه شده به افراد را متناسب با تصمیم گیری‌های سازمان تنظیم می‌کند.

کارکردهای سلول خورشیدی در سراسر جهان رواج دارد؛ داشتن قدرت تصور نحوه نظاره سیستم‌ها به ساختمان‌های صنعتی قبل از خرید، برای توزیع‌کنندگان صفحات خورشیدی حیاتی است. تیم عملیات و تعمیر و نگهداری، همراه با تیم مهندسی؛ تیم تدارکات و ساخت و ساز؛ و گروه مدیریت دارایی، قادر به تسریع عملیات فعلی، کاهش هزینه‌ها و در عین حال افزایش ایمنی در طول عملیات کارگاهی هستند. این به کارایی آموزش کارکنان، انجام سریع‌تر فعالیت‌های تعمیر و نگهداری و ایجاد امنیت عملکردی کمک می‌کند. واقعیت افزوده، واقعیت مجازی (VR) و واقعیت ترکیبی با روشی بزرگ حذف می‌شوند و ارزش جدیدی را برای حوزه انرژی به ارمغان می‌آورند. شرکت آماده هرگونه اختلال از سمت AR است و روند کار بسیار قابل اعتمادتر، موثرتر، ایمن‌تر و سازنده‌تر را تضمین می‌کند. با توجه به اینکه قیمت سیستم‌های ARبه یک حد معقول رسیده است، این ویژگی‌ها که اشتراک اطلاعات را امکان‌پذیر می‌کنند و ابزارهای بهره‌وری محیط کار را ایجاد می‌کنند، فرصت‌های بسیار خوبی برای شرکت‌های کوچک و متوسط برای سرمایه‌گذاری در زمینه فناوری هستند.

۷- تاثیر IOT بر بازتاب‌کننده فشرده خطی فرنل (clfr)

از آنجایی که تولید برق معمولی بسیار پرهزینه‌تر است، نیروگاه خورشیدی در حال تبدیل شدن به یک جایگزین کاربردی قابل توجه برای تولید انرژی است. از بین نوآوری‌های نیروگاه خورشیدی، CLFR به سرعت در حال توسعه است. CLFR نوعی نیروگاه جمع‌آوری‌کننده انرژی خورشیدی است و از آینه‌های زاویه‌دار به جای آینه‌های تمثیلی که در فرورفتگی‌های سهموی خورشیدی استفاده می‌شود، استفاده می‌کند؛ یعنی آینه‌ها انرژی خورشیدی را جمع‌آوری کرده و بخار ایجاد می‌کنند و در نتیجه توربین را به حرکت در می‌آورند. این فناوری مدرن منجر به تولید بخار و عدم استفاده از سیال انتقال گرما یا هر وسیله دیگری می‌شود. نور خورشید که به کمک آینه‌ها متمرکز می‌شود، آب موجود در لوله‌های گیرنده را به جوش می‌آورد و در نتیجه بخار غلیظی ایجاد می‌کند. در این سیستم از مبدل حرارتی استفاده نمی‌شود.

نیروگاه‌های خورشیدی به‌صورت فوری اندازه‌گیری می‌شوند تا درآمد اصلی آن‌ها مشخص شود. برخی صفحات خاص در یک مزرعه معمولا بررسی نمی‌شوند. با رشد اینترنت اشیاء می‌توان حسگرها را به صفحات انرژی خورشیدی خاص در یک نیروگاه خورشیدی چسباند. از دیگر مزایای بی‌شمار می‌توان به نظارت دقیق بلادرنگ، اصلاح فوری و هم‌چنین آماده‌سازی برای تجزیه‌وتحلیل اشاره کرد. به طور کلی، اینترنت اشیاء علاوه بر در دسترس‌تر کردن نیروگاه‌های خورشیدی، عملکرد آن‌ها را نیز بهبود می‌بخشد. به ویژه، حسگرها ناظران نیروگاه‌های انرژی خورشیدی را قادر می‌سازند تا مشکلات مربوط به صفحات اطلاعاتی و لایه‌های یک سیستم اینترنت اشیاء شناسایی کنند.

۸- نیروگاه خورشیدی هوشمند

اگر کسی در مورد استفاده از انرژی خورشیدی در یک مجتمع صنعتی یا نیازهای برقی کارخانه فکر می‌کند، قبل از ایجاد انرژی خورشیدی باید دو نکته اصلی را درنظر بگیرد: کنتور خورشیدی متصل به سیستم انرژی خورشیدی که بررسی می‌کند چقدر برق به باتری می‌فرستد و مانیتور شبکه که بخش اصلی سیستم انرژی خورشیدی است و با استفاده از یک باتری‌سنج به نظارت بر سطح باتری کمک می‌کند. صفحات سنتی انرژی خورشیدی برای رسیدن به برق ایده‌آل نیاز به نظارت دارند و فاقد قابلیت تشخیص هستند؛ علاوه بر این، آن‌ها بلافاصله به خرابی‌ها رسیدگی می‌کنند. توسط سیستم‌های انرژی پایدار مجهز به ابزار سنجش، انواع مختلف حسگرها در کنار شبکه‌های مجهز به اینترنت اشیاء مورد استفاده قرار می‌گیرند که در آن مقدار

قابل‌توجهی از داده‌ها جمع‌آوری شده و مورد بررسی قرار می‌گیرند، داده‌هایی که شامل تنظیمات دمای صفحات انرژی خورشیدی هستند و استاندارد جدیدی را برای احساس، عمل، ارایه و مدیریت دقیق تمام عناصر یک محیط دیجیتالی ایجاد می‌کنند.

با افزایش علایق دیجیتالی شرکت‌های تولیدکننده انرژی، نیاز به بهبود اتصال به مناطق دورافتاده و بهبود استفاده فنی مبتکرانه جدید صنعت چهارم افزایش می‌یابد. با اتصال اینترنت اشیاء به سیستم انرژی خورشیدی، تولیدکنندگان انرژی هر یک از ابزارهای پنل خورشیدی را از یک برد کنترل اصلی نظارت می‌کنند و در حالی که به دنبال صفحات انرژی خورشیدی آسیب‌دیده، اتصالات، آلودگی جمع شده روی صفحات و مشکلات مختلف دیگری از این قبیل که می‌تواند در کارایی انرژی خورشیدی تاثیر بگذارد می‌گردند، به بازیابی خروجی برق قابل اعتماد از نیروگاه انرژی خورشیدی کمک می‌کنند. اینترنت اشیاء به پیوند تمام ابزارهای تولید برق و هم‌چنین مصرف آن کمک می‌کند؛ هم‌چنین به شفافیت و در عین حال قابلیت کنترل مطمئن تمام مراحل ایجاد جریان برق از استفاده گرفته تا منبع تغذیه در سراسر آن کمک می‌کند. مشارکت IoT در سیستم انرژی خورشیدی به نظارت بر نیروگاه‌های خورشیدی کمک می‌کند و هم‌چنین ایجاد انرژی ایده‌آل از یک مکان دیگر به صورت پویا را تضمین می‌کند. ابزارهای نظارت بر انرژی خورشیدی بسیار بیشتر از ابزارهای خود سیستم انرژی خورشیدی هستند.

۹- کاربرد هوش مصنوعی در سیستم انرژی خورشیدی

هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی، دارای قابلیت ارزیابی گذشته، بهبود حال و پیش‌بینی آینده هستند. طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی تقویت و اصلاح‌شده منابع انرژی، برای مدیریت کارآمد شبکه در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر اهمیت دارند. با ادغام هوش مصنوعی در سیستم انرژی خورشیدی، واحدهای حسگر متصل به شبکه‌ها مقدار زیادی داده را جمع‌آوری می‌کنند تا اطلاعات مفیدی را در اختیار اپراتورهای تعمیر و نگهداری صنعتی قرار دهند و با کنترل بالاتر و هم‌چنین سازگاری، عرضه و تقاضا را به طور هوشمندانه‌تر مجددا تنظیم کنند. واحدهای ذخیره‌سازی هوشمند علاوه بر این می‌توانند بر اساس تغییر جریان عرضه تغییر کنند. علاوه بر این، پیش‌بینی وضعیت آب و هوا با کمک حسگرهای هوشمند و واحدهای سنجش پیشرفته، جذب و عملکرد کلی انرژی‌های تجدیدپذیر را بهبود می‌بخشد. به طور خلاصه، هوش مصنوعی استعداد پیش‌بینی را بهبود می‌بخشد و پیش‌بینی تقاضا و مدیریت دارایی‌ها را ممکن می‌سازد. هم‌چنین قابلیت

خودکارسازی آن، کیفیت عملکردی را برمی‌انگیزد و منجر به برتری در رقابت و افزایش پس انداز مالی برای سهام‌داران می‌شود.

یکی از نمونه‌های صنعتی، سیستم‌های کنترل بار پیچیده‌ای است که توسط ماشین تنظیم شده‌اند، مانند کوره‌های صنعتی که می‌توانند با کاهش منبع تغذیه به طور خودکار خاموش شوند. یک نمونه دیگر پهپادهای خودران دارای سیستم ارزیابی فوری با هوش مصنوعی هستند که اطلاعات قابل اعتماد و هم‌چنین موثری از صفحات انرژی خورشیدی ارایه می‌دهند.

نرم‌افزارهای کاربردی هوش مصنوعی می‌توانند انرژی‌های تجدیدپذیر را با افزایش کارایی تغییر دهند و در نتیجه روند رشد صنعت را حفظ کرده و آن را به طور ایده‌آل سرعت بخشند. استفاده از هوش مصنوعی برای پیشرفت محصولات جدید می‌تواند تخلیه ریشه‌ای، مسمومیت‌ها و هزینه‌ها را کاهش دهد. یکی از مهم‌ترین عواملی که باید در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر درنظر گرفته شود، این است که طبیعت غیرقابل پیش‌بینی است. فناوری نوآورانه قرار است بر تمام سازوکارهای یک شرکت انرژی خورشیدی تاثیر بگذارد. هوش مصنوعی در صورت استفاده عاقلانه از آن، می‌تواند به موثرترین دارایی یک شرکت تبدیل شود و مسیر را به سمت محیطی پاک‌تر و سبزتر هموار کند.

۱۰- صنعت فرآیند اکستروژن

ظهور شهرهای هوشمند، ساختارهای هوشمند، تغییر سبک زندگی و غیره از عواملی هستند که در واقع شکل جدیدی از فناوری‌ها و محصولات مدرن را به‌وجود آورده‌اند. در پروسه اکستروژن پلاستیک محصولات پلاستیکی ذوب شده و جهت تبدیل به یک قطعه منسجم، وارد قالب می‌شوند و سپس به اندازه‌های لازم برش داده می‌شوند. اکستروژن پلاستیک، برای تولید طیف وسیعی از محصولات در صنعت، مانند محصولات ساختمانی، محصولات تجاری، قطعات صنعتی، لوازم نیروهای مسلح، بخش‌های پزشکی و دارویی استفاده می‌شود. خطوط لوله، خودرو، ورزش، سازه‌های پنجره، پوشش‌های الکتریکی، نرده‌ها، حاشیه‌ها و موارد دیگر فقط چند مورد از محصولات رایجی هستند که با اکستروژن پلاستیک ساخته می‌شوند. این یک انتخاب عالی برای برنامه‌هایی است که نیاز به محصول نهایی با سطح مقطع پیوسته دارند. اکستروژن پلاستیک یکی از پرکاربردترین فرآیندهای تولید برای تولید پلاستیک است.

تمام مراحل فرآیند اکستروژن برای دسترسی به کیفیت خاصی از محصول نهایی ضروری هستند. گروه‌های طراحی محصول باید همزمان با مفهوم‌سازی در مرحله طراحی، ملزومات فرآیند اکستروژن را د نظر بگیرند. وجود یک متخصص اکستروژن در تیم توسعه محصول جدید (NPD) و شرکت در جلسات بارش فکری در مرحله ایده‌پردازی، روند مفهوم‌سازی را بهبود می‌بخشد. هنر اکستروژن به آزمایش و کنترل کیفیت جامع با استفاده از سطح دما، سرعت، فشار، کشش و زمان مناسب برای توسعه یک محصول سازگار اطمینان دارد. تولیدکنندگان تجهیزات پزشکی (MDM) به ساخت ابزارهای کوچک‌تر، پیچیده‌تر و دارای الگوی خاص که نیاز به قطعات اکسترود شده دقیق دارند، ادامه می‌دهند. تعامل مشترک در طول مرحله طراحی به سازنده ابزار کمک می‌کند تا به طور کامل درک کند که چه چیزی امکان‌پذیر است و علاوه بر این به اکسترودر درک عمیق‌تری از تصورات تولیدکنندگان تجهیزات پزشکی ارایه می‌دهد و آن‌ها را با تبعیت از مجمع اداره کل مواد غذایی و دارویی امریکا (FDA) شفاف‌سازی می‌کند.

اکستروژن پلاستیک پزشکی یکی از روش‌های موثر برای تغییر ویژگی‌های پلاستیک خام با استفاده از ترکیبی از مواد است. اقدامات پزشکی مستلزم انتقال مایعات به بیمار (یا از بیمار) بوده و از طیف گسترده‌ای از محصولات لوله انعطاف‌پذیر استفاده می‌کنند. محصولات مورد استفاده در اکستروژن پلاستیک پزشکی عبارت‌اند از پلی وینیل کلرید (PVC)، پلی یورتان‌ها، کوپلیمرهای نایلونی، پلی‌کربنات، پلی اتر کتون (PEEK) و سیلیکون که در کاتترها، سرنگ‌ها، ابزار دندانپزشکی، ابزار آنالیز، دستگاه‌های حمل دارو، ایمپلنت‌ها، کیسه‌های درمانگاهی و ابزار پزشکی کاربرد دارد. ابزارهای درمانگاهی اکسترود شده نیاز به استفاده محتاطانه از ایده‌های کنترل دقیق دارند، به ویژه برای لوله‌های میکرو سوراخ شده، کواکسترود شده و یا اکسترود شده متقاطع که مقاومت اندازه آن‌ها می‌تواند به کوچکی ۵ میکرومتر باشد. دستگاه‌های پزشکی هم‌چنان به لوله‌هایی با اندازه کوچک نیاز دارند و دقت در آن اهمیت زیادی دارد. طراحی ابزار پزشکی اکسترود شده به عنوان لوله‌هایی با مشخصات خاص، چندلومن، لایه‌هایی برای بسته‌بندی اقلام، ورق‌هایی که می‌توانند پس از شکل‌دهی، به مخازن مایعات، لوله‌های کاتتر کپسوله شده، لوله‌های چندلایه، تیغه‌ها و ورق‌ها طبقه‌بندی شوند. تولیدکنندگان تجهیزات پزشکی و اکسترودرها باید به طور مشترک بر چالش‌های طراحی محصول جدید غلبه کنند.

مواد اولیه نقش مهمی در صنعت اکستروژن پلاستیک ایفا می‌کنند. uPVC که به عنوان پی وی سی سخت یا روکش وینیل یا وینیل نیز شناخته می‌شود، یکی از انعطاف‌پذیرترین و مقاوم‌ترین مواد مورد استفاده در

صنعت ساختمان است. از آنجایی که این ماده کاملا فاقد بیسفنول A (BPA) است، بنابراین می‌تواند در تجهیزات پزشکی و هم‌چنین در تجهیزات دندانپزشکی بدون نگرانی از هرگونه آلودگی مورد استفاده قرار گیرد. پیشرفته‌ترین حالت انعطاف‌پذیری یو پی وی سی، آن را به یک انتخاب عالی برای پنجره‌ها و درهای مورد استفاده در تجارت، کارخانه و منازل تبدیل می‌کند. درب‌ها و پنجره‌های UPVC، عایق حرارت و صدا و قابل اعتماد بوده و به حفظ انرژی کمک می‌کنند. بر خلاف الوار و آلومینیوم سبک وزن، یو پی وی سی شکل خود را در هر شرایط آب و هوایی حفظ می‌کند و در صورت وقوع هر نوع اثر فیزیکی همان‌طور که هستند باقی می‌ماند. uPVC به دلیل ویژگی‌های قوی و غیر سمی آن، اغلب در سیم‌های دندانی نیز استفاده می‌شود. محبوبیت و تقاضای روزافزون برای درب و پنجره‌هایUPVC ، فرصت فعالیت در این صنعت را برای شرکت‌های کوچک و متوسط فراهم کرده است.

کنترل فرآیند آماری (SPC) در درک قابلیت‌های پروسه، تشخیص نوسانات ناخواسته، اصلاح رویه‌های تولید بسیار مهم است و به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا به طور موثر و دائم خواسته‌های پیچیده مشتری اعم از کیفیت بالا، آماده‌سازی، دقت ساخت، توزیع و هم‌چنین هزینه را برآورده کنند. بررسی یک به یک متغیرهای فرآیند انفرادی، ارزیابی تک متغیره[1] نامیده می‌شود و تمام متغیرها و ارتباطات موثر بر کیفیت را در بر نمی‌گیرد، در حالی که بررسی بیش از یک متغیر در یک زمان را روش‌های چند متغیره[2] می‌گویند. تجزیه‌وتحلیل داده‌های چند متغیره (MVDA) در واقع برای بهبود مستمر و حفظ پایایی عملیاتی ضروری است. این یک روش آماری برای ارزیابی مجموعه داده‌هایی است که شامل چند متغیر هستند. روش‌های MVDA به طور مستمر برای طیف وسیعی از آزمایش‌های مقایسه‌ای مرحله به مرحله، برای پشتیبانی و درک شیوه انجام کار استفاده می‌شوند که به طور اجتناب‌ناپذیر کیفیت، سلامت و اثربخشی اجزای دارو را افزایش می‌دهد. در مورد فرآیند تامین‌کننده پلاستیک، نقاط تنظیم در پنجره اصلی رویه مشخص می‌شوند و قابلیت اطمینان فرآیند را می‌توان با تغییر یک متغیر در فرآیند بررسی کرد. بسته به تنظیمات اولیه، چنین آزمایشاتی می‌تواند محدودیت‌های فرآیندی مختلفی را ایجاد کنند. به جا آوردن تنظیمات فرآیند منطقی، با راهبردهای طرح آزمایش (DOE) به بهترین نحو انجام می‌شود. طرح آزمایش یک روش سازمان‌یافته و کارآمد است که در

[1] univariate evaluation
[2] multivariate methods

عین حال چندین عنصر فرآیند را با حداقل تعداد آزمایش بررسی می‌کند. استفاده موثر از DOE می‌تواند از طریق استفاده از تحلیل‌های چند متغیره با رویکرد قوی به پیشرفت الگوها کمک کند.

فرآیند اکستروژن و فن آوری‌های هوشمند هر دو در حال پیشرفت هستند. به اشتراک گذاشتن اطلاعاتی در مورد تاثیر اکستروژن در ساخت دستگاه، برای انتخاب‌های ساده و قابل فهم که در نهایت زمان عرضه به بازار را کاهش می‌دهند، حیاتی است. الگوی کسب‌وکار برای پیشرفت صنعت که طرح‌های نوآورانه محصول، تولید و روش‌های نظارت را ارایه می‌دهد، صنعت چهارم نام دارد. یکی از متغیرهای مشترک در بخش‌های مختلف صنعتی، پاگذاشتن در مسیر اقتصاد سبز است که مطمئنا تاثیر مثبت در سطح جهان خواهد داشت. نگرانی اصلی شرکت‌های کوچک و متوسط و سازندگان تجهیزات اصلی در مورد وابستگی به پلاستیک و اثرات زیست‌محیطی آن است. استفاده از پلاستیک در طول بیماری همه‌گیر COVID-19 باعث شیوع موج دوم شده است. صنایع فرآیندی و دیگر حوزه‌های تولید، از این به بعد باید با تمرکز بر مدیریت تولید پسماند و کاهش آسیب به محیط‌زیست، به شدت به شاخص محیطی، اجتماعی و حاکمیت شرکتی (ESG) تخصیص داده شوند. استفاده از امکانات هوش مصنوعی و مدیریت زیست‌محیط مطمئنا راه را هموارتر می‌کند؛ فقدان توجه و فعالیت جدی، منجر به ایجاد تقاضا برای یک گزینه فناورانه بهتر برای حفظ اتمسفر و افزایش پایداری توسط صنعت پنجم می‌شود.

۱۱- پتانسیل‌های خودکارسازی فرآیند

برای ساختن پروفیل uPVC، از چیدمان گرفته تا بسته‌بندی از ایده‌ها و فرآیندهای زیادی استفاده می‌شود. پروفیل UPVC با درنظر گرفتن تمام عناصر حیاتی و با دقت کامل مهندسی شده است. مرحله اصلی انتخاب دما و مواد اولیه‌ای است که اکسترود می‌شود. در فرآیند تولید uPVC سه مرحله متمایز وجود دارد که عبارت‌اند از تشکیل اجزای مواد، اکستروژن پروفیل uPVC و بسته‌بندی و توزیع. استفاده از صنعت چهارم در فرآیندهای اکستروژن uPVC امکان جذب فروشندگان و مصرف‌کنندگان و علاوه بر این ارتباط نزدیک بخش‌ها و رویه‌های داخلی را فراهم می‌کند. تبدیل فرآیند اکستروژن uPVC به یک روش ساخت بسیار منحصربه‌فرد، در واقع به لطف صنعت چهارم و فناوری‌های وابسته به آن ادامه یافته است.

اکستروژن uPVC یک روش پردازش مستمر است که با قابلیت توسعه پروفیل‌هایی با اشکال، ضخامت و طیف‌های مختلف، منجر به تولید با سرعت و حجم بالا می‌شود. به دلیل پیچیدگی فرآیند اکستروژن، در

نهایت مشکلاتی پیش خواهد آمد. این شامل مخلوط‌کننده‌های مواد اولیه، اکسترودرها، سیستم‌های واسنجی خلاء، دستگاه‌های کشش، سیستم‌های خنک کننده و حمل‌ونقل است. هر مرحله از روش اکستروژن پروفیل، ممکن است مشکلات مختص به خود را داشته باشد و منجر به کاهش کیفیت خمیر اکسترود شده شود. برخی از زمینه‌هایی که خودکارسازی فرآیند را می‌توان در آن پیاده کرد، منجر به عملیات با اثربخشی بالا، اتلاف کمتر مواد اولیه، وازنی کمتر پروفیل‌ها، بهره‌وری انرژی و موارد زیر می‌شود:

نظارت آنی اطلاعاتی مانند:

۱. مصرف مواد اولیه
۲. مصرف انرژی
۳. راندمان منطقه گرمایشی
٤. پایداری دما

بنابراین، به متخصصان برای انجام اقدامات فوری و به مدیران برای نظارت فوری هزینه‌های عملیاتی کمک می‌کند.

۱. ساخت الگوی کسب‌وکار دیجیتالی فرآیند تولید
۲. نظارت بر انرژی
۳. بهینه‌سازی فرآیند
٤. نظارت بر کیفیت آنلاین

۱۲- خودکارسازی فرآیند برای تحول

متغیرهای در حال پیشرفت سریع در حوزه سیستم‌های اکستروژن پلاستیک، روشی است که با سیستم‌های اکستروژن پلاستیک بازیافتی سروکار دارد. مدیریت پلاستیک به وضوح یکی از حساس‌ترین مراحل در زنجیره ارزش است، چه قالب‌گیری پلاستیک باشد، چه تبدیل، اکسترود کردن یا درخشان کردن سطوح. برای صنعت قالب‌گیری پلاستیک، خودکارسازی مطمئنا تنها به خودکارسازی نیروی انسانی منتهی نمی‌شود. هدف از خودکارسازی در عملیات قالب‌گیری پلاستیک، افزایش عملکرد و صرفه‌جویی است.

فناوری‌هایی مانند شبیه‌سازی، IoT/IIoT، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، داده‌های کلان، AR و AM، مطمئنا همه از خودکارسازی فرآیند گرفته تا تبدیل در صنایع اکستروژن پلاستیک با هم در ارتباط هستند.
به‌روزرسانی سیستم‌های کنترل دیجیتال در طول فرآیند تولید، دقت و یکپارچگی بیشتر و هم‌چنین کیفیت بالا و اتلاف کمتر را امکان‌پذیر می‌کند و حفظ سطح دما به طور مداوم برای یک فرآیند موفق تولید پلاستیک جهت ایجاد اقلام با کیفیت بالا بسیار مهم است. عوامل اصلی فرآیند تولید اکسترودر شامل یک مخزن، بشکه، پیچ گوشتی و موتور الکتریکی هستند. دومین عامل مواد پلی کربنات خام است که برای اکستروژن طراحی شده است و آخرین عامل مورد نیاز برای اکستروژن پلاستیک، قالب است که به عنوان شکل‌دهنده اکستروژن پلاستیک عمل می‌کند. بخاری‌ها باید نظارت، کاهش، افزایش یا خاموش شوند تا گرما را در اکسترودر ثابت نگه دارند، فن‌های خنک‌کننده و ریخته‌گری در پوشش‌های سیستم گرمایشی می‌توانند به حفظ سطح دمای مناسب اکستروژن کمک کنند. تصمیم‌گیران سازمان هم در مورد نیروی کار خود و هم در مورد برآورده کردن انتظارات مشتریان نگرانی‌هایی دارند. علاوه بر این، آن‌ها باید مراقب فشاری باشند که کارهای تکراری و بی ارزش بر کارمندانشان وارد می‌کند.

۱۳- تاثیر شبیه‌سازی در بهینه‌سازی جریان فرآیند

روش اکستروژن فقط یکی از ضروری‌ترین روش‌های ساخت برای تولید محصولات سرامیکی، شیشه‌ای و پلیمری است. تاکنون تولید در کارخانه بر اساس آزمایشات تجربی و روش‌های خطای آزمایشی انجام شده است. استفاده از روش‌های اکستروژن بخصوص در تولید اقلامی که از پلیمرها به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کند رایج است. توزیع سطح دما در داخل آلیاژ قالب، علاوه بر هندسه مجرای جریان، تاثیر قابل توجهی بر رفتار جریان دارد. از آنجایی که شبیه‌سازی امکان بررسی بسیار آسان از جایگزین‌ها، ارایه یک خروجی نهایی بهبودیافته، کاهش هزینه‌های ضایعات و بازسازی ابزار را فراهم می‌کند، بنابراین وسیله‌ای موثر برای بررسی عیوب رئولوژیکی، ارزیابی، بهبود روند است که در اوایل چرخه عمر توسعه محصول برای مهندسان در اختیار محصول و محاسبات دینامیک سیالات (CFD) قرار می‌گیرد. شبیه‌سازی به تعیین نقاط کور، زمان‌های استقرار بسیار طولانی در قالب و تلفات فشار بالا قبل از ساخت قالب کمک می‌کند، هم‌چنین بهینه‌سازی و بررسی طراحی را به منظور کاهش پسماند و بیش‌طراحی ممکن می‌سازد.

شبیه‌سازی، برای پیش‌بینی رفتارهایی مانند مشخصات سیال و تنش مکانیکی، بر اساس طرح‌های فعلی قطعات شکل‌گرفته، به شرکت‌های کوچک و متوسط کمک می‌کند تا تقریبا تمام عناصر فرآیند تولید را از جریان مواد گرفته تا توزیع مایع خنک‌کننده، فشردگی و خمیدگی قطعه قالب‌گیری شده به صورت دیجیتال شبیه‌سازی کنند. علاوه بر این، هر قطعه پلاستیکی توسعه‌یافته برای ساخت با تثبیت کارایی محصول از نظر چقرمگی (سفتی)، استحکام و عمر فرسودگی با حداقل هزینه تولید را تضمین می‌کند. توسعه در شبیه‌سازی، علاوه بر پیش‌بینی و سنجش آخرین شکل با مشخصاتی مانند پرشدگی، تجزیه‌وتحلیل، تخمین‌های پیچیدگی، تحلیل بهینه‌سازی حرارت و انتخاب‌هایی برای سفارشی‌سازی منبع داده محصول، روند توسعه شکل مذاب پلاستیک را افزایش داده و پیش‌بینی می‌کند. انجام شبیه‌سازی جریان قالب‌گیری، به گروه‌های توسعه‌دهنده محصول جدید این امکان را می‌دهد تا در عین رشد، زمان خود را حفظ کنند، قیمت‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش دهند و به مزایای پولی که در اختیار سازمان قرار داده می‌شود، دست یابند. ابزارهای مهندسی به کمک کامپیوتر (CAE) یا محاسبات دینامیک سیالات (CFD) قبلا با انواع محاسبات دارای هوش مصنوعی در فرآیند قالب‌گیری ادغام شده‌اند.

۱۴- دامنه واقعیت افزوده (AR) در صنعت پلاستیک

صنایع پلاستیک در صدد ارایه فناوری‌های مدرن برای ارایه تولید بدون نقص و بهبود انعطاف‌پذیری سلول‌های کاری هستند. فن‌آوری مدرن AR با حضور خود در زمینه‌های مختلف صنعتی رفته رفته دامنه خود را گسترش می‌دهد. مزیت اصلی AR در مقابل سایر فناوری‌های متعلق به صنعت چهارم این است که آزمایش آن بسیار آسان است. AR به راحتی در دسترس است و برای شرکت‌های کوچک و متوسط قیمت مناسبی دارد. اجرای پروژه‌های واقعیت افزوده معمولا بسیار آسان است و سیستم‌های موجود در بازار از روش‌های رایج آماده نصب و اجرا[1] استفاده می‌کنند که برای گنجاندن در محیط برنامه‌های سازمانی بسیار ساده است. یکی از چالش‌های بزرگ این است که دقیقا بدانیم چگونه نیاز مبرم به توسعه را با توانایی انسان برای سازگاری با چیز جدید همگام کنیم. موانع فنی بزرگ‌تری نیز وجود دارد. بزرگ‌ترین مانع ورود AR به کسب‌وکارها، قطعا تحول سازمان خواهد بود. AR روش‌های کاملا جدیدی را برای تعامل با تولید، طرح‌های محصول و ماشین‌ها ارایه می‌کند.

[1] plug-and-play

۱۵- ساخت افزایشی (AM) تولید پلاستیک‌را پیشرفت می‌دهد

نیاز به ساخت افزایشی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد و هم‌چنین مزایای رقابتی روز به روز در حال افزایش است. علاوه بر این، در دنیای تولید قالب‌های پلاستیکی، چاپ سه بعدی یا همان ساخت افزایشی نقش قابل بسزایی دارد. یکی از مزایای اصلی آن، این است که یک رویکرد تولید پلاستیک سازگار با محیط‌زیست ارایه می‌دهد که محصولی با حداقل ضایعات ایجاد می‌کند. اقلام پزشکی و دندانپزشکی به طور منظم با استفاده از پرینت سه بعدی و متناسب با موارد خاص طراحی می‌شوند. ماشینکاری یک قطعه آلومینیومی یک انتخاب معقول است و با پرینت سه بعدی، می‌توان قطعات پلیمری را به طور موثر و در مقادیر کم تحویل داد. فولاد دیگر محصول منتخب نخواهد بود و پلیمر چاپ سه بعدی و پر شده با فیبر کربن می‌تواند جایگزین حتی یک فولاد سخت یا جامد شود. استفاده از پرینترهای سه بعدی تجاری برای سرعت بخشیدن به توسعه محصول جدید، با نمونه‌سازی قطعات داخلی فقط یک جهش کوتاه است. با افزایش قیمت‌های تولید و دیجیتالی شدن آن، سازندگان تجهیزات اصلی و شرکت‌های کوچک و متوسط در تولید صنعتی به طور ناسازگار به تکامل خود ادامه می‌دهند تا مهارت و چابکی عملکردی خود را حفظ کنند، هزینه‌ها را پایین نگه دارند و در نتیجه به طور فزاینده‌ای به دنبال چاپ سه بعدی هستند تا ماهرانه، پذیرا و مبتکرانه باقی بمانند. در مورد تجهیزات پزشکی، آزادی ساختاری تضمین شده توسط ساخت افزایشی و قابلیت ارایه درمان خصوصی‌تر و مقرون به صرفه‌تر بسی وسوسه‌انگیز است. وقتی پرینت سه بعدی با سی تی اسکن جفت شود، می‌توان از آن برای ارایه خدمات خاص به بیمار، مانند ایمپلنت و لوازم دندانپزشکی استفاده کرد.

۱۶- سیستم مدیریت محیط‌زیست[1]

اجرای یک سیستم مدیریت محیط‌زیست (Ems) در صنایع پلاستیک به تشخیص، تحلیل و مراقبت از اثرات زیست‌محیطی عملیات کمک می‌کند. پلاستیک یکی از محبوب‌ترین مواد در سراسر جهان است. سرمایه‌گذاری در بازار پلاستیک، روزانه با چالش‌های گوناگونی روبه‌رو است و هم‌چنین حفظ بالاترین سطح کیفیت در فرآیندهای عملیاتی و محصولات خود امری ضروری است. شرکت‌های کوچک و متوسط و سازنده تجهیزات اصلی صنعت پلاستیک، زمانی که مطابق با الزامات استانداردهای ایزو برای مدیریت کیفیت، ایمنی و مدیریت زیست‌محیطی را کشف و اجرا می‌کنند، به سرعت بازده سرمایه‌گذاری خود را

[1] environment management system

مشاهده می‌کنند. یکی از این استانداردها در ایزو 14001 است که در زمینه تاثیر زیست‌محیطی فعالیت‌ها متمرکز است.

سیستم مدیریت محیط‌زیست بر به حداقل رساندن پسماند و کاهش هزینه‌های مالی ناشی از کاهش پسماند، ضایعات، کار تکراری و مصرف انرژی تمرکز دارد. استاندارد ایزو 14001 برای کارایی زیست‌محیطی الزامات خاصی ندارد، اما ساختاری را ترسیم می‌کند که یک سازمان برای ایجاد یک سیستم مدیریت محیط‌زیست موثر باید از آن پیروی کند. پایبندی قوی و تعهد از سطح مدیریت اجرایی برای اطمینان از اجرای موثر سیستم مدیریت محیط‌زیست مهم است. برای کمک به تعیین تمام عوامل عملیات فعلی و رویه‌های آتی که ممکن است به محیط مربوط باشد، یک بازنگری اولیه و تجزیه‌وتحلیل شکاف برای فرآیند کسب‌وکار و محصولات توسعه‌یافته توصیه می‌شود. صنایع تولید پلاستیک که به طور جدی از اثرات زیست‌محیطی خود مراقبت می‌کنند، دنبال کشف فرصت‌هایی برای به حداقل رساندن ضایعات با صرفه‌جویی منظم در استفاده مجدد از پسماندها هستند. شرکت‌های کوچک و متوسط و سازندگان تجهیزات اصلی می‌توانند با اتخاذ استاندارد ایزو، علاوه بر بهبود عملکرد به مزایای مالی مدنظر خود از جمله سازگاری بیشتر با الزامات قانونی و حاکمیتی دست یابند.

۱۷- نتیجه تحول

دگرگونی صنعتی در صنعت پلاستیک، نه تنها بر پایه ارتباطات جهانی بلکه بر تنظیم داده‌های مشتق شده و فرآیند و بهبود دیجیتال استوار است. یکی از بهترین چالش‌ها برای تولیدکنندگان صنعت خودکارسازی، تجهیز یا ارتقاء تمام مصرف‌کنندگان نهایی برای آینده و آماده‌سازی خود به طور مناسب برای نیازهای آینده صنعت جهانی است. تصور بر این است که شور و شوق صنعت چهارم برای گیمرهای بزرگ جذاب نباشد و فرقی به حالشان نکند، اما برای شرکت‌های کوچک و هم‌چنین شرکت‌های متوسط تبدیل به یک حقیقت زنده خواهد شد. داشتن سیستم اجرایی تولید (MES) امکان ارزیابی خودکار داده‌های آنی مربوط به مصرف‌کنندگان و فروشندگان مواد مختلف را فراهم می‌کند. سیستم اجرایی تولید بهترین راه حل برای حوزه پلاستیک درشرکت‌های کوچک و متوسط جهت اتصال بهینه و مطمئن ماشین‌آلات در سراسر جهان است.

بهینه‌سازی فرآیند از طریق خودکارسازی، به طور کلی با کاهش میزان پسماند، زمان توقف و نظارت بهتر بر تولیدکنندگان جهت تعمیرات پیش‌گویانه ارتباط دارد. تغییر فرآیند به معنای بازسازی اساسی در کیفیت و صحت داده‌های جمع‌آوری‌شده و ارزیابی شده از ماشین‌آلات از طریق فرآیندهای تولید است. خسارت‌های پیش‌بینی نشده حاصل از اختلال یا فرسودگی تجهیزات را می‌توان با انواع فن‌آوری‌های دارای حسگرهایی که برای جمع آوری اطلاعات لحظه‌ای گنجانده شده در ابر تنظیم شده‌اند، کاهش داده و تجزیه‌وتحلیل داده‌های پیچیده را با یادگیری ماشینی بهبود بخشید. ردیابی عملیاتی نیاز به تعمیر و نگهداری را پیش بینی کرده و اطلاع می‌دهد؛ بنابراین، زمان از کار افتادن تجهیزات و هم‌چنین ضایعات احتمالی فرآیند را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.

اطلاعات و جزئیات فراوان حاصل از تجزیه‌وتحلیل داده‌های کلان، ایده‌هایی را در نتیجه دیجیتالی شدن فرآیندها ارایه می‌دهد. این به طور پویا درک شرکت را برای انجام اقداماتی برای دست‌یابی به بهبود نوآوری در سراسر زنجیره ارزش تقویت می‌کند. هر سازمانی باید قبل از شروع مسیر تحول خود، مزایا و چالش‌های صنعت پنجم تا صنعت چهارم را به دقت ارزیابی کند. تیم‌های سازمانی تجاری شامل محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی، کیفیت و تولید می‌شوند. مدیریت ارشد باید به طور مداوم برای بهبود شایستگی، توانمندی و عملکرد سیستم مدیریت محیط‌زیست درنظر گرفته شود. بهبود عملکرد محیطی ارزش قابل توجهی را به سازمان‌ها اضافه می‌کند. با پیدایش شرکت‌های کوچک و متوسط صنعت پنجم، سازندگان تجهیزات اصلی قادر خواهند بود ایجاد پسماند را به یک فرصت اضافی تبدیل کنند و می‌توانند از دفع پسماند درآمدهای مستقیم داشته باشند و مسیری را به سمت یک محیط‌زیست سبز و پاک در اقتصاد صنعتی آینده ترسیم کنند.

۱۸- تجهیزات پشتیبانی زمینی در صنعت هوانوردی

ترمینال‌های فرودگاه عملیات خود را گسترش می‌دهند و این منجر به بهبود ترمینال‌های جدید، ورودی‌ها، ابزارهای خدمات به مسافران و بسترهای دیگر می‌شود. تمام دروازه‌های ترمینال فرودگاه نیاز به تجهیزات پشتیبانی زمینی (GSE) دارند. عملکرد اصلی تجهیزات پشتیبانی زمینی، رسیدگی به عملیات زمینی بین پروازها است، زمانی که هواپیما در دروازه پارک شده است تا نیازهای آن تامین شود. نیاز به تجهیزات پشتیبانی زمینی مستقیما به رشد ترمینال‌های جدید فرودگاهی، افزودن دروازه‌های جدید و پایانه ترمینال‌های فعلی بستگی دارد. این تجهیزات برای خدمات‌رسانی به هواپیماهای تجاری و نظامی استفاده می‌شوند.

تجهیزات پشتیبانی زمینی کارآمد و قابل اعتماد هواپیما، کلید تضمین رفت و برگشت آسان هواپیما و جداسازی به موقع است، بنابراین از تاخیر، هزینه‌ها و هم‌چنین ایجاد مشکل برای مهمانان جلوگیری می‌کند. روند رشد این تجهیزات چندکاره، باتری‌های جدید، پورت‌های صورت‌حساب سریع و ابزارهای پشتیبانی زمینی برقی و بهبودیافته به همراه کاهش هزینه‌های نگهداری در سراسر جهان در حال پیشرفت است.

ذینفعان اصلی در محیط صنعت تجهیزات پشتیبانی زمینی، شرکت‌هایی هستند که گاز سفر هوایی پایدار، شرکت‌های کوچک و متوسط، ارایه‌دهندگان فناوری مدرن، تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان، خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان نهایی را تامین می‌کنند. واحدهای قدرت زمینی هواپیما [1](GPU) اصلی در تجهیزات پشتیبانی زمینی عبارت‌اند از واحدهای قدرت زمینی باتری محور، واحدهای قدرت زمینی برقی و واحدهای قدرت زمینی دیزلی. با توجه به سیستم مدیریت محیط‌زیست، واحدهای قدرت زمینی باتری محور و واحدهای قدرت زمینی الکتریکی، به عنوان واحدهای تمیزتر و سبزتر درنظر گرفته می‌شوند، در حالی که واحدهای قدرت زمینی دیزلی مقدار زیادی دی اکسید کربن بر جای می‌گذارد. عصر فنی صنعت چهارم این توانایی را دارد که مکان‌های پربازده اصلی در حمل‌ونقل هوایی تجهیزات پشتیبانی زمینی را افزایش دهد، جایی که حاشیه‌های بهبود فوق‌العاده کم بوده اما ایمنی بسیار بالایی بر آن حاکم است. عصر صنعت پنجم می‌تواند با نگهداری، تعمیر و بازسازی اساسی[2](MRO) تحول در بهبود ایمنی را تضمین کند. ارایه موفقیت‌آمیز عملیات ترمینال فرودگاهی به کارکنان مدیریت زمینی و تجهیزات پشتیبانی زمینی شایسته‌ای نیاز داشت و این به طور چشمگیری نیاز به تجهیزات پشتیبانی زمینی هوانوردی را در سراسر جهان افزایش داده است. قیمت دائما متغیر بوده و بر انتخاب تولیدکنندگان تجهیزات پشتیبانی زمینی تاثیر می‌گذارد.

۱۹- خودکارسازی فرآیند جهت تحول

نرخ، عملکرد و دقت عوامل بسیار مهمی در حمل‌ونقل زمینی برای کاهش زمان برگشت هستند. اقداماتی جهت ترویج تجهیزات پشتیبانی زمینی سازگار با محیط‌زیست مانند بالابرهای کترینگ هواپیمایی، آمبولیفت‌ها، نردبان‌های متحرک مسافرتی خودکار، نردبان پله‌ای قابل یدک‌کشیدن، چرخ دستی‌های ساک و چمدان، اتاقک آزمایش موتور هواپیما، چرخ دستی‌های نظافت، مرورگران سوخت، کانتینرها و چرخ‌دستی‌های پالتی، سیستم‌های نظارت عالی سیار و غیره در فرودگاه‌ها انجام می‌شود. شرکت‌های

[1] ground power unit
[2] maintenance, repair and overhaul

کوچک و متوسط از توسعه فنی صنعت چهارم به عنوان اولین گام در تبدیل رویه‌های لجستیک به رویه‌های رویداد محور استفاده می‌کنند و در جستجوی تجهیزات ارایه‌شده به‌صورت پویا و جزئیات مناسب مانند سطوح سوخت و دما هستند تا علاوه بر کسب مزیت‌های رقابتی، رضایت کامل مشتری را افزایش دهند. مورد توجه قرار گرفتن کامل تجهیزات پشتیبانی زمین، برای به حداکثر رساندن راه حل‌های حمل‌ونقل زمینی در محل پارک هواپیماها. با تعبیه حسگرهای هوشمند در تجهیزات پشتیبانی زمینی، شرکت‌های کوچک و متوسط مطمئنا قادر خواهند بود تجهیزات را به ناظران دارایی‌های هوشمند مهم تبدیل کنند و در نتیجه عملکرد و فرآیندهای سازمان را به حداکثر برسانند. کارهای وقت‌گیر مانند خرابی تجهیزات پشتیبانی زمینی به جلوگیری از قطعی و بروز خطا کمک می‌کند.

۲۰- بهبود تعمیر و بازسازی اساسی توسط واقعیت افزوده (AR)/ واقعیت مجازی (VR) در تجهیزات پشتیبانی زمینی هوانوردی

هوانوردی یک صنعت پرمشغله است و بهترین روش اداره شرکت‌های هواپیمایی مطرح، پایانه‌های هواپیمایی و باربری، استفاده از بهترین محصولات موجود در تجهیزات پشتیبانی زمینی هواپیمایی است. همان‌طور که تامین‌کنندگان تجهیزات پشتیبانی زمینی و سازندگان تجهیزات اصلی شروع به استفاده از روش‌های خودکار در عملیات خود می‌کنند، آموزش نحوه استفاده از این تجهیزات مطمئنا نیاز به تغییر و ارایه درک جدید و توانایی‌های کارکنان برای تضمین ایمنی دارد. برای ساختن سیستم تجهیزات پشتیبانی زمینی کامپیوتری بدون ریسک و کارآمد، باید بر چند چالش مهم غلبه کرد. قیمت بالای صنعت سفرهای هوایی، هزینه‌های مربوط به خطاهای ایجاد شده را تشدید می‌کند. AR و VR دارایی‌های فوق‌العاده‌ای برای شرکت‌های تجهیزات پشتیبانی زمینی هستند که به ارایه خدمات بسیار بهتر و آموزش کارکنان به روش‌های دقیق‌تر کمک می‌کنند. این تبدیل به یک برگه برنده برای متخصصان تجهیزات پشتیبانی زمینی و متخصصان تعمیر و بازسازی اساسی هواپیمایی، برای بررسی بخش‌های مختلف تجهیزات شده است. نوآوری‌های صنعت چهارم باعث صرفه‌جویی در پول و زمان، افزایش اثربخشی عملیاتی و کمک به بهبود سطح خدمات به مشتریان می‌شوند، در نتیجه رویه‌ها را بسیار موثرتر می‌کنند و کارایی تعمیر و بازسازی اساسی را در لجستیک تجهیزات پشتیبانی زمینی بهبود می‌بخشند.

متخصصان تاسیسات تعمیر و بازسازی اساسی، با استفاده از دستگاه‌های پشتیبانی زمینی هواپیما به حفظ و نگهداری هواپیما و عملکرد ایمن و دقیق کمک می‌کنند. نسخه‌های دیجیتال از مزایای ملموسی برخوردار هستند و به طور گسترده در فرآیند تولید تجهیزات پشتیبانی زمینی مورد استقبال قرار گرفته‌اند؛ در تعمیر و بازسازی اساسی نیز شاهد ورود فناوری مدرن هستیم. با ظهور صنعت پنجم، شرکت‌های کوچک و متوسط تجهیزات پشتیبانی زمینی از مدیریت دارایی به ارزش‌های فرآیندمحورتر تغییر می‌کنند. بهبود فرآیند، تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و بازدارنده این تجهیزات تعمیر و بازسازی اساسی را امکان‌پذیر می‌سازد و در نتیجه یکپارچگی و ایمنی را افزایش می‌دهد. اطمینان ایجاد شده توسط نسخه‌های دیجیتال می‌تواند شامل اطمینان در کل ارزش شرکت باشد. یک بستر مهم برای نسخه‌های دیجیتال واحد سنجش است. دارایی‌های نوظهور همگی دارای حسگرهایی هستند که به راحتی اطلاعات را در دسترس قرار داده و در نتیجه بینش‌هایی را به کمک استفاده از هوش مصنوعی ارایه می‌دهند که مطمئنا پایه و اساس طرح‌ریزی دقیق‌تر و کامل‌تری خواهد بود. نسخه‌های دیجیتال به همراه AR و VR به شرکت‌های کوچک و متوسط تجهیزات پشتیبانی زمینی در تحول و خودکارسازی کامل فرآیند کمک می‌کنند. هم‌چنین به شرکت‌ها کمک می‌کنند تا برای کاهش هزینه‌ها، نظارت بر دارایی‌ها، کاهش زمان توقف و هم‌چنین توسعه محصول جدید، تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌کننده و قابل‌اعتماد را به صورت طولانی‌مدت انجام دهند. شیوع بیماری کرونا در واقع باعث ارتقای فوری ابتکارات تحول صنعتی شده است.

۲۱- کاربرد ساخت افزایشی (AM) در تجهیزات پشتیبانی زمینی هوانوردی

فناوری پرینت سه بعدی می‌تواند به طور کلی با هر چیزی که فیلامنت‌ها می‌توانند به راحتی توسعه دهند، سازگار شود. تجهیزات پشتیبانی زمینی مطمئنا از فناوری AM بهره‌مند خواهد شد. چرا که قطعات را می‌توان در هر مکان و توسط هر شخصی با چاپ آن‌ها توسط یک چاپگر سه بعدی قدرتمند سریعا جایگزین کرد. منطقی است که چاپ سه بعدی را به عنوان یک روش نمونه‌سازی هوشمندانه برای عناصر مختلف در الگوهای تجهیزات پشتیبانی زمینی نظریه‌پردازی کنیم. تولیدکنندگان تجهیزات پشتیبانی زمینی اکنون می‌توانند بازار را در دست بگیرند و به جای نگهداری از دارایی‌های کلان، امکان استفاده از طراحی به کمک رایانه را داشته باشند. وزن مختصر، عمر مفید طولانی، عملکرد مطمئن و استحکام فوق‌العاده، مهم‌ترین ملزومات به شمار می‌آیند. در این فناوری این امکان وجود دارد که یک قطعه جایگزین، به‌جای

انتظار برای ارزیابی به مدت چندین روز، در عرض یک ساعت پس از دریافت سفارش خرید ساخته شود. می‌توان از آن برای ساخت ماکت‌های پیشرفته نیز استفاده کرد. این فناوری کاملا مطابق با مشخصات دقیق توسعه یافته است. فناوری AM قصد دارد بازار تجهیزات پشتیبانی زمینی را کاملا متحول کند.

۲۲- نتیجه تحول

مدیریت زمینی برای بازار صنعت هواپیمایی بسیار مهم است، اما علاوه بر این باید کمترین هزینه ممکن را نیز درنظر گرفت. تجهیزات پشتیبانی زمینی باید برای طراحی ابزارهای پشتیبانی زمینی هواپیمایی، تمام الزامات ایمنی را با رعایت استانداردهای ایزو 6966 درنظر بگیرند. با توجه به شرایط حاکم، زیست‌محیطی و بازار آزاد، به راحتی می‌توان درک کرد که تجهیزات پشتیبانی زمینی به سمت بهبود تجاری حرکت می کنند و در نتیجه روش بسیار بهتری برای مدیریت عملیات روزانه آن‌ها ارایه داده و در عین حال منابع خود را نیز به حداکثر می‌رساند. ردیابی هوشمند اشیاء و خدمات مدیریتی به پیگیری دارایی‌های ترمینال پرواز و افزایش اثربخشی رویه‌های حمل‌ونقل زمینی و برنامه‌های روزانه تعمیر و نگهداری کمک می کند. شرکت‌های کوچک و متوسط تجهیزات پشتیبانی زمینی از این مزایا آگاهند و می‌دانند که همه حوزه‌های ضروری مانند داده‌های تله‌ماتیک (دوروزی)، ایمنی و سلامت، پارک خودرو تجهیزات پشتیبانی زمینی، استفاده از فضا، تخلیه‌ها و تحقیقات ترافیکی را می‌توان با تنظیم اطلاعات IoT بهتر مدیریت و درک کرد. استفاده از واحدهای قدرت زمینی هواپیمای الکتریکی یا نوع خورشیدی آن‌ها، بهترین روش برای سازگاری با محیط‌زیست و حذف تخلیه دی اکسید کربن است. بهبود شایسته، مستلزم مجموعه مهارت‌های متعدد از تولید بی‌سیم از طریق رشد استانداردها گرفته تا کاربرد فناوری اطلاعات با بهترین زمان‌بندی تیمی و هزینه کم است. تحول صنعتی در بخش تجهیزات پشتیبانی زمینی، به خلاص شدن از شر پسماندهای غیر ضروری در صورت امکان، خلاص شدن از شر مصرف سوخت، زمان توقف و ضایعات محصول بستگی دارد که راهکارهای بسیار فوق‌العاده‌ای برای دست‌یابی به روش‌های بهتر برای سازگاری با محیط‌زیست هستند.

۲۳- صنعت شیرآلات (ولوها)

تاریخ مدرن در حوزه شیرآلات مطابق با تحول صنعتی است، زمانی که اولین ماشین بخار سنگین تجاری توسط توماس نیوکامن[1] طراحی شده و بعدا توسط جیمز وات[2] پیشرفته‌تر شد، بخار آب در آن تحت فشار قرار گرفته و متراکم شد که این بخار باید محصور شده و هم‌چنین مدیریت می‌شد، اینجا بود که شیرآلات اهمیت جدیدی پیدا کردند. شیرآلات در کیفیت زندگی روزمره ما نقش مهمی را ایفا می‌کنند، مانند باز کردن شیر آب، استفاده از ماشین ظرفشویی، فعال کردن لوله گاز، پا گذاشتن روی پدال گاز در خودرو. شیرآلات یکی از اساسی‌ترین و حیاتی‌ترین عناصر جامعه فنی امروزی ما هستند که در تمام بخش‌های صنعتی تولیدی و برای تولید تمام انرژی‌ها ضرورت دارند. صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، تاسیسات سازندگان تجهیزات اصلی، حوزه نفت و گاز، حوزه هسته‌ای، صنعت پتروشیمی، کشتی‌سازی، مدیریت پسماند و ذرات معلق در هوا، صنایعی هستند که بر شیرها و ابزارهای خودکار متکی هستند. این ابزارها تقریبا در هر زمینه‌ای که مایعات و گازها در یک منطقه بسته در جریان هستند، لازم است. یک عنصر مهم شبیه به یک فرآیند طبیعی در قلب انسان که دارای چهار دریچه برای کنترل حرکت خون از طریق بطن‌ها است و ما را زنده نگه می‌دارد.

شیرآلات با بهره‌وری عملیاتی یک روش تولید ارتباط مستقیم دارند. برای طراحان فرآیند و هم‌چنین تولیدکنندگان ضروری است که به این عناصر از پنجره‌ای جدید و به عنوان ماهیت در حال تکامل خود بنگرند و روند رایج خودکارسازی را به نوبه خود به انجام برسانند. سیستم لوله بدون شیر سیستم کاملی نیست. ایمنی و طول عمر سرویس مهم‌ترین مسائل در فرآیند لوله هستند. تهیه شیرآلات درجه یک برای سازندگان شیر بسیار مهم است. رویکردهای توسعه محصول جدید در صنعت شیرآلات دستخوش تغییرات بسیاری شده‌اند، اما فرآیند طراحی اولیه هم‌چنان دست‌نخورده باقی مانده است. روش تولید شیر صنعتی یک روش پیچیده است و عوامل زیادی در اثربخشی آن نقش دارند؛ این عوامل عبارت‌اند از تهیه مواد اولیه، انجام کار با دستگاه، عملیات حرارتی، جوشکاری و راه اندازی. تولیدکنندگان باید قبل از تحویل شیرها به مشتری نهایی، جهت اطمینان از کارایی صحیح آن‌ها آزمایشات گسترده‌ای را انجام دهند. بازار مدرن به شیرآلاتی نیاز دارد که دارای مزایای صحت و کاهش کار و هزینه باشند. طراحان دستورالعمل با به کار بستن

[1] Thomas Newcomen
[2] James Watt

فرآیند خودکارسازی، یعنی شبیه‌سازی، می‌توانند حداقل محصولات قابل عرضه (MVP)[1] شیرآلات را کشف کنند و با استفاده از شبیه‌سازی جهت کاهش زمان و منابع، آن‌ها را بررسی کرده و در نهایت از لحاظ فیزیکی نیز آن‌ها را ارتقاء دهند.

پیشرفت‌های سریع در نوآوری و قابلیت سیستم‌های کنترل رایانه‌ای، علاوه بر ادغام لوازم الکترونیکی، شیرهای خودکار و هوشمندی را ایجاد کرده است که در بازار بین المللی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اصول ساخته شده پیرامون IIoT زمینه‌های خودکارسازی صنعتی، رونق سریع و جریان‌سازی چندین سیستم تولید را هدایت کرده است. نیاز به شیرآلات در حوزه مراقبت‌های بهداشتی و دارویی در طی شیوع بیماری کووید ۱۹ افزایش یافته است. بهبود و تحول فرآیند، موضوعی است که بیشترین بحث را برای مدیران مدیریت در سراسر صنعت فرآیندی دارد و به تولیدکنندگان در بهینه‌سازی و خودکارسازی رویه‌های اصلی خود و پیشرفت در سایر حوزه‌های عملیاتی مانند یکپارچگی، پایداری، ایمنی و انرژی کمک می‌کند.

ایمنی و سلامت فرآیند چشم‌انداز اصلی تحول صنعتی هستند. یک شرکت تولید کننده شیرآلات قادر خواهد بود تا مشکل هزاران شیر تنظیم یک کارخانه را به‌صورت اینترنتی ردیابی کرده و فقط با یک روش اتصالی، بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده IIoT مشکل را رسیدگی کند. کارخانه‌ها با استفاده از داده‌ها برای تشخیص نشانه‌های اولیه می‌توانند رویه‌ها را به ویژگی‌های مطلوب خود نزدیک‌تر نگه دارند و بهتر تصمیم‌گیری کنند. جهت خلاص شدن از انواع موانع عملکردی و سازمانی ناشی از عدم مدرن‌سازی و خودکارسازی فرآیندهای طراحی و ساخت در بیشتر مواقع، سازگاری و پیاده‌سازی صنعت چهارم و صنعت پنجم امری ضروری است.

۲۴- خودکارسازی فرآیند جهت تحول

با مدرن‌تر شدن سیستم‌های خودکارسازی، رشد فن‌آوری، عملکرد و انعطاف‌پذیری مدرن شیرآلات با ادغام قابلیت‌های تنظیم الکتروپنوماتیک مستقیم در آن‌ها پیشرفت چشمگیری داشته است. این عمل از آنجایی که با تدارکات تعمیر و نگهداری و اثربخشی عملکردی سرورکار دارد، بنابراین تسهیلات تولید شیرآلات را بهبود بخشیده و بخصوص به گستره و تاثیر، مصرف برق، اتصال و ردیابی خودکارسازی کارخانه می‌پردازد.

۲۵- تاثیر شبیه‌سازی در صنعت ساخت شیرآلات

[1] Minimum Viable Products

شیرآلات معمولا برای مایعات با دمای بالا و هم‌چنین گازهایی ساخته می‌شوند که به دلیل ایجاد کشش و فشار بیش از حد در محفظه‌های محدود بر استحکام ساختاری آن‌ها تاثیر می‌گذارند. تحلیل تنش روش اجزای محدود[1] برای بررسی وضعیت کشش بدنه شیر تحت مشکلات بارگیری متعدد اجرا می‌شود. رویه‌های محاسبات دینامیک سیالات (CFD) الگوهای مختلفی را برای سرعت گردش، چگالی، مناطق کم‌فشار در اطراف پیچش‌ها، زوایای برخورد برای بررسی سائیدگی، رفتارهای حداقل سطح دما و هم‌چنین تمرکز شیمیایی در هر منطقه‌ای که جریان وجود دارد، توصیه می‌کند. مهندسان محصول، عملکرد کل سیستم لوله‌ها و شیرها را طراحی و الگوسازی می‌کنند تا احتمال خرابی را کاهش دهند. شبیه‌سازی محاسبات دینامیک سیالات (CFD) به بررسی نقص‌های زیرساخت قدیمی کمک می‌کند و تصویر دقیق‌تری از آن‌چه رخ داده است به طراحان ارایه می‌دهد. هنگامی که شیرها دمای بالای سیالات را کنترل می‌کنند، مطمئنا اجزایی که در معرض چنین تنش‌های حرارتی بالایی قرار دارند، دچار نقص می‌شوند و این منجر به آسیب و ترک در قطعه نهایی می‌شود و باعث می‌شود شیر خیلی زود از کار بیفتد. ارزیابی حرارتی ناپایدار با استفاده از شبیه‌سازی حرارتی محاسبات دینامیک سیالات (CFD) برای پیش‌بینی به موقع مشکل انجام می‌شود. شبیه‌سازی به فعالان حوزه توسعه محصول جدید برای بهینه‌سازی طراحی شیرآلات کارآتر کمک می‌کند. با توسعه شرکت‌های کوچک و متوسط هوش مصنوعی و ML، تامین‌کنندگان قطعات قادر خواهند بود طرحی ایجاد کنند که بتواند به ساخت انواع مختلف شیرهای بهینه کمک کند.

۲۶- تاثیر IIoT در صنعت ساخت شیرآلات

یکی از مهم‌ترین بخش‌های صنعت فرآیند، شیرهای تنظیم است. تولیدکنندگان شیرآلات، برای تقویت و بهبود عملکرد شیرهای تنظیم و به حداقل رساندن هزینه تعمیر و نگهداری در تمامی مراحل، IIoT را پیاده‌سازی می‌کنند. وظیفه شیرهای تنظیم، کنترل متغیرهای رویه مانند فشار، سطوح دما و میزان جریان مایع یا گاز است. همه این عوامل به اثربخشی عملیاتی کلی فرآیند در کارخانه می‌افزاید. IIoT حسگرهای لازم را به هم متصل می‌کند و به یافتن و مدیریت شاخص‌های مختلف شیرهای صنعتی در عملیات کارگاهی و در نهایت به مراقبت مناسب، تنظیم و کنترل سرعت جریان سیالات و گازها در سیستم‌های لوله کشی کمک می‌کند. در صورت عدم عملکرد صحیح شیر تنظیم، این روند برای کاربر غیرقابل مدیریت می‌شود. چیزی

[1] Finite element method

که برای تولیدکنندگان شرکت‌های کوچک و متوسط معمولی چالش‌برانگیزتر است، این است که ماشین‌آلات کاملا جدید نمی‌توانند تولید دقیقا همان محصولات با کیفیتی را که مشتریان آن‌ها نسل‌ها از آن استفاده می‌کردند، تضمین کنند. IIoT شرایط را نظارت کرده و به شرکت‌های کوچک و متوسط کمک می‌کند تا از وقفه ناخواسته جلوگیری کنند و کارایی شیر را بهبود بخشند. ارزیابی اطلاعات به‌دست آمده در زمینه شیرآلات هوشمند مجهز به IIoT به تصمیم‌گیران شرکت کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری گرفته و نتیجه را تقویت کنند.

ردیابی شیرهای دستی کاربردی از راه دور، یکی دیگر از ضروریات حوزه صنعت فرآیند است که شرکت‌های کوچک و متوسط با سرمایه‌گذاری در زمینه بازسازی و مقاوم‌سازی اقتصادی، با استفاده از حسگرهای بی سیم دارای کیفیت صنعتی و فناوری‌های IIoT می‌توانند به این مهم دست یابند. شیرآلات صنعتی و عمدتا دستی که شبکه‌های بزرگ خطوط لوله فرآیند را کنترل می‌کنند، هم‌چنان در زمینه‌های فرآیند شیمیایی، صنعت کاغذ و تصفیه خانه‌های زهکشی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور کلی، این نوع از حسگرها به عنوان حسگرهای تجاری بی سیم موقعیت شیر (حسگرهای موقعیت زاویه‌ای و حسگرهای موقعیت خطی) و حسگرهای ردیاب، برای تنظیم موقعیت سوپاپ‌ها استفاده می‌شوند. ابزار حسگر سپس اطلاعات مربوط به موقعیت مناسب را در قالب یک طرح دیجیتال و توسط ابزارهای کارخانه به سیستم کنترل اصلی اسکادا گزارش می‌دهد و با استفاده از یک سیستم IIoT به صورت پویا نگهداری و بررسی می‌شود. تبدیل سوپاپ‌های تنظیم به دلیل سرمایه‌گذاری‌های بالا برای بازسازی و اضافه کردن و ویژگی‌های جدید، به زمان زیادی نیاز دارد تا رونمایی شوند. این شرکت‌ها از تبدیل مزایای تحول به صرفه‌جویی در هزینه، امنیت بسیار بالاتر و بهینه‌سازی مداوم رویه بهره می‌برند.

IIoT به کاربران تولید شیرآلات صنعتی این امکان را می‌دهد تا اطلاعات حاصل از تمام منابع را با فراوانی بسیار بالا و هم‌چنین با هزینه بسیار کم جمع‌آوری کرده و آن‌ها را ذخیره کنند که این علاوه بر افزایش اثربخشی در کار، اثربخشی رویه‌های تجاری، سامانه‌های کنترل توزیع شده (DCS) و کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی[1] (PLC) را نیز ممکن می‌سازد. شرکت‌های کوچک و متوسط، سازنده قطعات و سازندگان تجهیزات اصلی می‌توانند با استفاده از IIoT سطوح، دما، میزان مصرف، ضایعات، اثربخشی جامع تجهیزات[2]

[1] Programmable Logic Controller
[2] overall equipment effectiveness

(OEE) و داده‌های تعمیرات پیش‌بینی‌شده را نظارت کنند. بستر IIoT تصویرهای ارتقاء یافته‌ای را ارایه می‌دهد که به کاربران امکان می‌دهد تغییرات سیستم و تغییرات جوی بسیار سریع‌تر از حد معمول را مشاهده کنند.

انقلاب صنعتی سوم نوآوری‌هایی را در صنعت برق آبی به ارمغان آورده و شروع به ترکیب فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی در نیروگاه‌ها و شبکه‌های برق آن کرد، جایی که خودکارسازی و کنترل‌های دیجیتالی ناظر شروع به شکل‌گیری کردند. با شروع صنعت چهارم و پنجم در سراسر جهان، نیاز به افزایش نیروگاه‌های سازگار با محیط‌زیست مطابق با استاندارد کنترل خودکارسازی نیروگاه IEC 61850 و تنوع زیاد منابع انرژی، اعم از تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به‌وجود آمده است؛ که در بین آن‌ها نیروی برق آبی به دلیل کاهش انتشار کربن، مقرون به صرفه بودن و البته غنی بودن آب، جذاب‌ترین نوع انرژی است؛ مانند تمام روش‌های تولید انرژی دیگر، نرم‌افزار کنترل و نظارت یک روش حیاتی برای کنترل کارخانه‌ها است. سامانه‌های کنترل توزیع شده (DCS)، امکان بازیابی و تحلیل مداوم اطلاعات کارایی کارخانه را برای تجهیزات فراهم می‌کنند، اثرات اصلی عملکرد را بررسی می‌کنند، جزئیات قابل اجرا را برای کارکنان کارخانه فراهم می‌کنند و اطلاعات لازم را در صورت نیاز به‌صورت آنی ارایه می‌دهند. اندازه‌گیری دما، فشار، تشدید و سایر پارامترها در حسگرهای محلی رخ می‌دهد و اطلاعات آن به سیگنال‌های شکل موج زمانی تبدیل می‌شوند و در نهایت توسط اپراتور نیروگاه بررسی می‌شوند. مهندسان نیروگاه جایگزینی برای پیگیری وضعیت کلی سیستم دارند و برای مقابله با نگرانی‌های پیش‌بینی‌شده و رسیدگی به آن‌ها قبل از وقوع مشکل در قطعه، منابعی را تعیین می‌کنند. برای به حداکثر رساندن نتایج بستر IIoT به اسکادا متصل شده و کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC) به تنظیم مجدد شاخص‌های دستگاه کمک می‌کند. صنایع برق آبی با اجرایIIoT ، روش‌های تعمیر و نگهداری، کاهش هزینه‌ها و راهکارهای خود را به حداکثر می‌رسانند.

۲۷- خلاصه

دگرگونی فرآیند در صنعت تولید فرآیندی و صنعتی، با نظارت و بهینه‌سازی فوری شیرآلات تنظیمی، منجر به فرآیندهای تعمیر و نگهداری کارآمد، حذف عملیات دستی ناپایدار، ایمنی و سلامت بهتر کارکنان و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. تحول صنعتی در حال تغییر روش رهبران سازمانی و نحوه جمع‌آوری و استفاده از اطلاعات برای بهینه‌سازی رویه‌ها است. نوآوری خودکارسازی بسیار پیچیده‌تر از نوآوری‌های

پیش از آن است. سیستم‌های رباتیک و خودکارسازی در حال منسوخ شدن هستند و می‌توانند نگرانی‌هایی در زمینه ایمنی و سلامت ایجاد کنند. هوش مصنوعی و رباتیک، با همکاری با نوآوری‌های کاملا جدید مانند چاپ سه بعدی، در پیشرفت تولید و برآورده ساختن تقاضای رو به رشد مصرف‌کنندگان مزایای بسیاری دارند. تحلیل داده‌ها این امکان را برای تامین‌کنندگان فراهم می‌کند تا از تعمیرات پیشگیرانه به سمت تعمیرات پیش‌بینی‌شده روی آورند. ادغام سیستم‌های کنترل فرآیند سنتی و نوآوری‌های فن‌آوری جدید، به بهبود دسترسی به جزئیات و تقویت تصمیم‌گیری کمک می‌کند. شرکت‌ها برای رقابتی ماندن، به سیستمی نیاز دارند که مطمئنا نیازهای مشتریان، تامین‌کنندگان، مدیران اجرایی و سایر ذینفعان را به شیوه‌ای یکپارچه مدیریت کند که مطمئنا طی صنعت چهارم و پنجم مقدور خواهد شد و آماده است تا در سراسر جامعه تولیدی صنعتی و فرآیندی ریشه‌دار بدواند. شرکت‌های کوچک و متوسط، سازندگان تجهیزات اصلی و تولیدکنندگان قطعات تلاش می‌کنند تا قدرت خودکارسازی فرآیند و هم‌چنین تحول فرآیند را ببینند و با استفاده از آن بتوانند در اوج دوران دیجیتال جدید بمانند. تحول صنعتی یک سفر عالی است که در آن پیشرفت فرآیندها و حوزه‌های تولید صنعتی، مبتکرانه، انعطاف‌پذیر، مبتنی بر داده‌ها و سازگار با محیط‌زیست خواهد بود.

منابع

[88] Ang, J. H., Goh, C., Saldivar, A. A. F., & Li, Y. (2017). Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. *Energies*, *10*(5), 610. **https://doi.org/10.3390/en10050610**

[89] Calik, K., & Firat, C. (2016). Optical performance investigation of a CLFR for the purpose of utilizing solar energy in Turkey. *International journal of energy applications and technologies*, *3*(2), 21-26.

[90] Faheem, M., Shah, S. B. H., Butt, R. A., Raza, B., Anwar, M., Ashraf, M. W., ... & Gungor, V. C. (2018). Smart grid communication and information technologies in the perspective of Industry 4.0: opportunities and challenges. *Computer science review*, *30*, 1-30. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2018.08.001

[91] Gligor, A., Dumitru, C. D., & Grif, H. S. (2018). Artificial intelligence solution for managing a photovoltaic energy production unit. *Procedia manufacturing*, *22*, 626-633. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.091

[92] Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., & Zühlke, D. (2014). Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. *2014 12th IEEE international conference on industrial informatics (INDIN)* (pp. 289-294). IEEE.

[93] Huang, Z., Yu, H., Peng, Z., & Feng, Y. (2017). Planning community energy system in the industry 4.0 era: achievements, challenges and a potential solution. *Renewable and sustainable energy reviews*, *78*, 710-721. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.004

[94] Kulichenko, N., & Wirth, J. (2012). *Concentrating solar power in developing countries: regulatory and financial incentives for scaling up*. World Bank Publications.

[95] Lin, K. C., Shyu, J. Z., & Ding, K. (2017). A cross-strait comparison of innovation policy under industry 4.0 and sustainability development transition. *Sustainability*, *9*(5), 786. https://doi.org/10.3390/su9050786

[96] Pozdnyakova, U. A., Golikov, V. V., Peters, I. A., & Morozova, I. A. (2019). Genesis of the revolutionary transition to industry 4.0 in the 21st century and overview of previous industrial revolutions. *Industry 4.0: industrial revolution of the 21st century*, 11-19. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_2

[97] Reynolds, Peter. n.d. IIoT Enables Control Valve Maintenance Improvement. https://www.arcweb.com/industry-best-practices/iiot-enables-control-valve-maintenance-improvement

[98] Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of industry 4.0 technologies on lean principles. *International journal of production research*, *58*(6), 1644-1661.

[99] Schütze, A., Helwig, N., & Schneider, T. (2018). Sensors 4.0–smart sensors and measurement technology enable Industry 4.0. *Journal of sensors and sensor systems*, *7*(1), 359-371.

[100] Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *procedia CIRP*, *40*, 536-541. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129

فصل هفتم

ارتقاء صنعت چهارم به صنعت پنجم

تحول صنعتی و پیشرفت آن از لحاظ فنی، یک الگوی کاملا جدید برای تولید در بخش‌های مختلف صنعتی به ما ارایه می‌دهد. صنعت چهارم بسیار پیشرفت کرده است. اکثر شرکت‌های تولیدی از مسیر خودکارسازی فرآیند، با استفاده از بهبود دیجیتال در طول فرآیندهای تولیدی گسترده خود پیروی می‌کنند. انتظارات مشتری، ظهور ماشین‌ها و سیستم‌های متصل هوشمند، محرک دیجیتالی‌سازی مداوم فرآیند تولید هستند. صنعت چهارم به تولیدکنندگان این امکان را داده است که شفافیت عملیات خود را افزایش دهند، هزینه‌ها را کاهش دهند، زمان تولید را تسریع کرده و به مشتری به طور خارق‌العاده‌ای کمک کنند. شروع بیماری فراگیر کرونا باعث شده است که سرمایه‌گذاران تجاری از فرآیندهای اصلاح استقبال کنند و از رقبا پیشی گرفته و درصد فروش مدنظر خود را با تحول صنعتی روزافزون به‌دست آورند. به عنوان مثال، شرکت‌های تولیدی که وضعیت سرعت و خودکارسازی خود را می‌سنجند، پی می‌برند که با وجود فعالیت‌های یدی، این فناوری‌های مدرن هستند که اکنون باید روی آن‌ها تمرکز شود، چون حتی در زمان عرضه به بازار نیز این فناوری‌ها وجود دارند و هم‌چنان به طور منصفانه و با دقت و ظرافت کامل به آن‌ها خدمت می‌کنند. نوع تحول صنعتی در بخش‌های مختلف صنعت پیچیده است و با سرعتی وحشتناک پیشرفت می‌کند که این بدون تردید شرکت را با چالش‌های جدیدی مواجه خواهد کرد؛ اولین چالش‌های پیش رو عبارت‌اند از تشخیص الزامات خدمات اصلی، دشواری‌های برآورده کردن آن الزامات، خدمات بالقوه برای رفع آن چالش‌ها و نیاز به تحول صنعت از وضعیت فعلی به آینده. با رشد بازار، زنجیره ارزش نیز به دنبال آن توسعه می‌یابد و همگام با به روز رسانی‌ها و برآوردهای کاملا جدید رو به جلو حرکت می‌کند.

۱- نیاز کسب‌وکار به تحول صنعتی

صنعت مدرن در واقع از زمان شروع انقلاب صنعتی پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. یک کارخانه برای این‌که بتواند در سطح بین‌المللی رقابت کند، بایستی تحولات فناوری را با آغوش باز بپذیرد و تشخیص دهد که چگونه می‌تواند از قدرت آن برای بهبود عملیات تجاری خود استفاده کند. برای شروع، لازم است مسیر را همراه با جزئیات آن درک کرد. شرکت‌های تولیدی می‌توانند روش‌ها و فناوری‌های فعلی خود را به تدریج گسترش داده و با کمک نوآوری‌های صنعت چهارم آن‌ها را قدرتمندتر کنند. استفاده از این فرصت‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری زیاد است. برای جلب حمایت سهام‌داران، ارایه یک راهکار تجاری مشخص می‌تواند کارساز بوده و در نتیجه تامین هزینه مورد نیاز را تضمین کند. کارخانه‌ها باید برای شکوفایی در این عصر

دیجیتال جدید، هر چه سریع‌تر برای تحول سازمان خود اقدام کنند. تولیدکنندگان باید تحول دیجیتال را به عنوان یک هزینه درنظر نگیرند، بلکه باید به عنوان یک درآمد درنظر بگیرند. برخورداری و بهره‌مندی از اهدف بلندمدت، باعث بهبود اثربخشی عملیاتی و بهره‌وری می‌شود.

علاوه بر تحول سازمان، وجود مدیران اجرایی کاملا متعهد که در زمینه تحول دیجیتال و ادغام اقلام، سیستم‌ها و راه‌حل‌های کاملا جدید مسئول هستند، بسیار مهم است. بدون مدیریت صحیح، ابتکارات اصلاحی ممکن است با مانع مواجه شوند. تحول و نوآوری فنی، نقش بی‌نظیری در کسب برتری رقابتی در یک بخش صنعتی متوسط ایفا می‌کند، بنابراین باید به عنوان نیرویی شناخته شود که رقبای صنعتی را هدایت می‌کند. امروزه مشتریان می‌توانند قیمت‌های مختلف را بررسی و مقایسه کنند و اغلب محصولات محلی را با همتایان جهانی آن‌ها مقایسه می‌کنند. این امر بر صنایع کوچک و متوسط که خود را در بین رقبای بین المللی می‌یابند تاثیر می‌گذارد، حتی اگر کالا یا خدماتی را وارد یا صادر نکنند. البته این کار تاثیر زیادی نیز بر رویکرد یک شرکت به منظور پیشی گرفتن از رقبای بین‌المللی دارد. برای دست‌یابی به بازخورد جهانی شدن، شرکت تولیدی باید به این درک برسد که هیچ وسیله ثابتی برای جهانی شدن وجود ندارد. در عوض، در طول زمان چندین رویکرد در جهت سنجش جهانی‌شدن توسعه یافته است.

با توجه درجات نوآوری، شناخت محرک نوآوری به طور کلی ضروری است. در صورت کاهش چرخه عمر محصول، شرکت‌ها باید دست به کار شوند. فناوری نیروی محرکه‌ای برای ایجاد ارزش افزوده است و صرفا پایدار نیست. در نتیجه، شرکت‌ها باید میزان نوآوری خود را افزایش می‌دادند و باعث شده است تا به دنبال خدمات جدید و توسعه هر چه سریع‌تر محصول باشند. برای تولیدکنندگان، مفهوم تجهیزات تولید هوشمند آینده در حال تبدیل شدن به واقعیت است؛ علاوه بر این، کسانی که در پذیرش این پیشرفت‌ها مردد هستند، نادیده گرفتن آن را دشوار می‌دانند. برای درک چگونگی تقویت فرآیند، استانداردسازی عملیات و محل خرید اقلام فناوری، شرکت تجاری باید نقاط ضعف خود را علاوه بر عوامل فرآیند تجاری خود بشناسد.

تصمیم صنعت تولید در صدد تغییرات صنعتی آینده است. صنایع در سراسر جهان به سرعت در حال دگرگونی هستند، میل تصمیم‌گیران شرکت به پیشی گرفتن از رقبای خود، آن‌ها را هدایت کرده و با دو سوال اساسی روبرو می‌کند: آیا آن‌ها گزینه دیگری به جای پذیرش این تحول دارند یا خیر؟ قبل از تحول چه مدت می‌توانند دوام بیاورند؟ تحول واقعی فقط زمانی اتفاق می‌افتد که ابزارهای متداول آزمایش شوند و با مسیر

جدید مطابقت داشته باشند. فعالیت در فرآیندهای تکراری، از کوچک شروع کردن و مقیاس‌پذیر بودن برای موفقیت بسیار اهمیت دارند. با توجه به شیوع ویروس کرونا، این برهه، ایده‌آل‌ترین زمان برای دنبال کردن سفر تحول صنعتی از صنعت سوم به چهارم تا پنجم، با درنظر گرفتن ایمنی، محیط‌زیست، سلامت و تندرستی و درآمد است.

۲- چالش‌های تحول صنعتی

یک ضرب‌المثل رایج می‌گوید فرصت‌های عالی، چالش‌های بزرگی را به دنبال دارند[۱]. در تحول صنعتی، روش‌های صنایع کوچک و متوسط و تولید کنندگان تجهیزات اصلی (OEM) در سراسر جهان تغییر کرده و آن‌ها را با چالش‌های کاملا جدیدی روبه‌رو می‌کند. برای تولیدکنندگان، کارایی یک مساله حیاتی است و نگرانی‌های مختلفی در زمینه‌های مختلف به‌وجود می‌آید. بسیاری از تولیدکنندگان به پیشرفت‌هایی حاصل از خودکارسازی رایانه‌ها و نوآوری‌های الکترونیکی تکیه می‌کنند؛ فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)[۲] به جمع‌آوری، ارزیابی و ارایه اطلاعات مفید و فوری به سیستم‌های تولیدی کمک می‌کند. تحول صنعتی در حال تغییر نحوه تعیین، طراحی، تولید، روش ارایه خدمات و سازگاری کالا با محیط‌زیست است. با استفاده از فناوری مدرن و پیشرفته در یک سیستم تولید فعلی، ارزیابی اقتصادی و بازگشت سرمایه (ROI)[۳] و هم‌چنین بازگشت ارزش (ROV)[۴] نیاز به ارزیابی بسیار دقیق دارد. تهدیدات مربوطه باید محاسبه و جدی گرفته شوند. کارکنان باید مجموعه‌ای از مهارت‌های کاملا جدید را بیاموزند تا بتوانند جاهای خالی را جهت بهبود پر کنند. انجام تحقیق و توسعه فوری در چنین زمینه‌هایی بسیار اهمیت دارد؛ بنابراین، سرمایه‌گذاری مازادی که باید برای برعهده گرفتن مسئولیت فناوری‌های مدرن و جدیدتر انجام شود، مطمئنا با زیان‌های تولید در حین ارتقاء و هم‌چنین زمان صرف شده برای بازیابی بازگشت سرمایه با درآمدهای درون سیستم فعلی مقایسه خواهد شد که بر انطباق فناوری مدرن و جدیدتر تاثیر می‌گذارد.

چالش‌های اصلی، تقاضاهای ناپایدار بازار، نیاز به رویه‌های تولید بهتر و سریع‌تر، حاشیه‌های سود رو به کاهش و رقابت‌های شدید بین شرکت‌ها هستند که هیچ سازمانی بدون کمک نوآوری‌های متصل هوشمند

---

[۱] هرکه بامش بیش برفش بیشتر

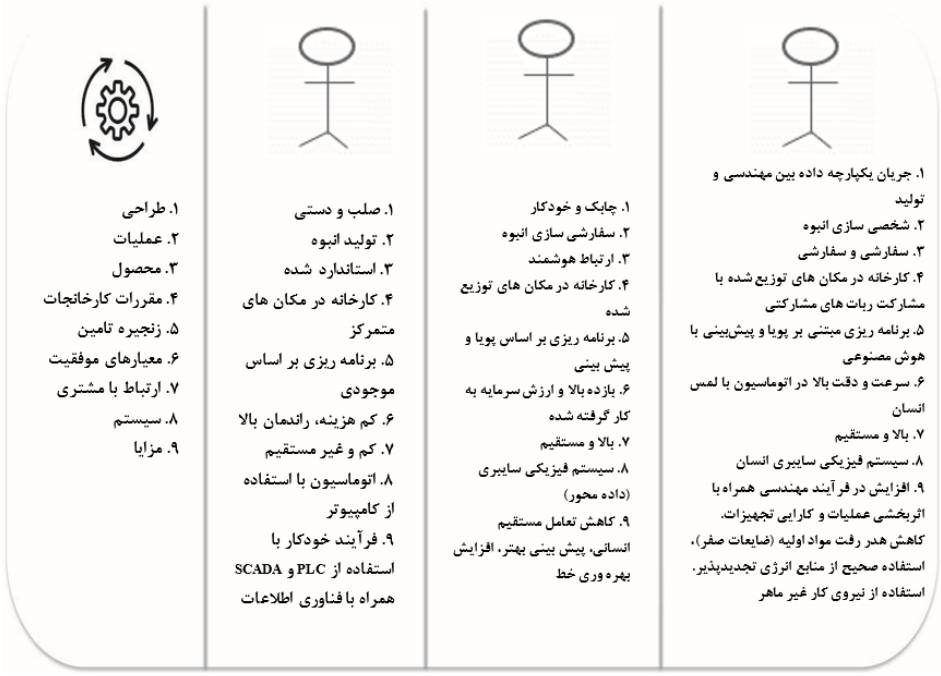
[2] information and communication technology
[3] return of investment
[4] return of value

نمی‌تواند از پس آن‌ها بر بیاید. بسیاری از تولیدکنندگان کارآزموده در حال حاضر بر چندین سیستم داده سنتی مانند سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)، سیستم‌های برنامه‌ریزی مواد موردنیاز (MRP)، سیستم اجرای تولید (MES)، مدیریت چرخه عمر محصول (PLM)، کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده‌ها (SCADA)، کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC) و ربات‌ها متکی هستند. روش‌هایی که سیستم‌های داده را بدون نقص ادغام و یکپارچه می‌کنند، ترفندی برای دست‌یابی به موفقیت هستند. نگرانی اصلی که وجود دارد در زمینه ابزار ایده‌آل برای اندازه‌گیری شاخص کلیدی عملکرد (KPI) یا ماتریس موفقیت تحول صنعتی است. از ماشین‌های مختلف کارخانه انبوهی از داده‌ها تولید می‌شوند، بنابراین در شناسایی ابزارهای فن‌آوری ایده‌آل متناسب با اهداف تجاری که خود امری دشوار است، پی بردن به نحوه استفاده از داده‌های بخصوص برای شرکت یا KPI های خاص بسیار مهم است. در پایان، تولیدکنندگان باید یک ترفند بازیابی متفاوت و مبتکرانه برای مدیریت نقاط ضعف و ایرادات ایجاد کنند. سرعت در حال تغییر فناوری‌های پیشرفته صنعتی قطعا با موانع جدید بسیاری روبرو خواهد شد و مطمئنا در طول زمان به تکامل خود ادامه خواهد داد.

۳- کاهش اثر چالش‌های تحول صنعتی

کارخانه‌هایی که به‌عنوان رویدادهایی موفقیت‌آمیز در سومین انقلاب صنعتی پدیدار شدند، همان‌هایی هستند که به شدت از تغییر استقبال کردند، با تهدیدات روبه‌رو شدند، نوآوری‌های مطلوب ناشی از محرک‌های مرتبط و تحولاتی که در اطرافشان دیده می‌شود را شناسایی کرده و به طور کامل پذیرفتند. این می‌تواند در مورد تولیدکنندگان قطعات اصلی متفاوت باشد، در حالیکه می‌تواند چشم‌اندازی برای صنایع کوچک و متوسط باشد؛ مانند یک مانترا یا تکرار عمل، با بررسی وضعیت بلوغ فعلی شرکت و به دنبال آن شناسایی مکان‌هایی که بلوغ را افزایش می‌دهند، شروع کنید و ستون‌های اولیه موفقیت را در جهت تحول ایجاد کنید. برای شرکت‌های کوچک و متوسط، معیارهای صنعت سوم یک نقطه عالی برای شروع است، شروع کردن از سطوح پایین به محدود کردن تنش، افزایش پذیرش و سازگاری و خرید امن مدیران اجرایی کمک می‌کند که نقطه عطف دیگری در این سفر تحول بی‌نظیر به شمار می‌آید. تعداد کمی از صنایع کوچک و متوسط وجود دارند که فاقد امکانات لازم جهت ارزیابی بلوغ فنی فناوری مربوطه و هم‌چنین جهت استفاده از خدمات آن‌ها هستند. برخی از مدیران اجرایی صنایع کوچک و متوسط فاقد روش نظام‌مند در برنامه‌های

خود هستند. شرکت‌های کوچک و متوسط برای جبران کاستی‌های مربوط به مهارت، نیاز به توسعه و کشف برنامه‌هایی دارند که مفاهیم جدید را با امکانات کاربردی که رویه‌ها و حوزه‌های تولیدشان را متحول می‌کند، پشتیبانی و ادغام کنند. توجه به همانندسازی بی‌نقص نرم‌افزارهای سنتی با فناوری روز و مدرن ضروری است، به طوری که همه چیز در یک ساختار منفرد و بدون تاثیر بر فرآیند اصلی کسب‌وکار در کنار هم قرار گیرد. یکپارچه‌سازی می‌تواند به خودکارسازی وظایف و فرآیندهای دستی فعلی کمک کند.



شکل ۱- سفر تحول بر اساس عوامل مختلف.

اولین مرحله این سفر اکتشافی بسیار مهم است و اگر با تمرکز کافی انجام شود می‌تواند منجر به افکار نهایی دقیق و شفافی شود. مدیریت اطلاعات، دارایی و حریم خصوصی را نظم می‌دهد. تبادل داده بین کسب‌وکارها این امکان را برای اشخاص ثالث فراهم می‌آورد که راهکارهای سازمانی را شناخته و درک کنند، بنابراین، باید مشخص شود که اطلاعات ایجاد شده متعلق به چه کسی است، چه کسی واجد شرایط است و دقیقا چگونه از این اطلاعات استفاده شود. به فرصت‌های اجرا و پایبندی به مهارت‌های تیمی گروه

داخلی توجه کنید یا به قابلیت‌های فروشندگان برای رسیدگی به الزامات دقت کنید. یک ساختار سیستمی بادوام قبل از اجرا ایجاد کنید که تقاضاهای فناوری اطلاعات (IT) و فضای ذخیره‌سازی را (چه ابری باشد چه انحصاری) ثبات ببخشد. اپراتورهای خط تولید باید به همراه تیم‌های چندتخصصی (CFT) در توسعه محصول جدید (NPD) و یا معرفی محصول جدید (NPI)، تیم فناوری اطلاعات و ارتباطات و مدیران اجرایی مشارکت بیشتری داشته باشند که دارای تمام جزئیات ضروری برای پاسخگویی، مسئولیت و تملک بهتر هستند و منجر به برنامه‌ریزی و اجرای کامل‌تر زنجیره تامین می‌شوند.

تولیدکنندگان سعی می‌کنند در عین اینکه از سیل داده‌های حاصل از فناوری‌های نوین مدرن استفاده می‌کنند، نوآوری‌های ارزش افزوده و جریان‌های درآمدی جدید را نیز مدنظر قرار دهند. دستگاه‌ها و حسگرهای شناختی با ترکیب قابلیت‌های اینترنت صنعتی اشیاء (IIoT)، داده‌های کلان، چاپ سه بعدی، واقعیت افزوده تحلیلی (AR)، واقعیت مجازی (VR)، هوش مصنوعی (AI)، یادگیری ماشینی (ML)، کوبات‌ها و دانش انسانی در خدمت کارکردهای تجاری، با سیستم‌های فیزیکی خط تولید یکپارچه شده‌اند. مشارکت انسان در تحول صنعتی قبلی، فعلی و هم‌چنین آینده همواره مورد نیاز بوده و خواهد بود. پیش‌بینی می‌شود که ارتباط بین هوش انسانی با سیستم‌های رایانه‌ای، فرآیند تولید را به سطوح جدیدی از بهینه‌سازی و خودکارسازی برساند. در شناسایی وضعیت سیستم‌های هوشمند، برنامه‌های رباتیک، نوآوری‌های جدید و خلاقیت، بدون شک مهارت‌های جدیدی لازم خواهد بود. به طور خلاصه صنعت پنجم، صنعت استفاده از نوآوری‌ها در حوزه‌های صنعتی برای سرعت بخشیدن به کارایی آن‌ها است نه برای جایگزینی انسان‌ها. به‌کارگیری تحول صنعتی در فناوری‌های نوین، اثربخشی را تضمین می‌کند و عملکردهای مطلوب با کمترین اثر جانبی، بر خط هادی و سود خالص سازمان‌ها تاثیر می‌گذارد.

۴- برنامه‌ریزی راهکار تحول صنعتی

گذار صنعتی الگوهای استاندارد کسب‌وکار و مفاهیم سنتی رقبای صنعت را متحول می‌کند. وضعیت یک شرکت تجاری را با بررسی ساختار آن ارزیابی کنید که به صنعتگران و کارآفرینان کمک می‌کند تا رویکرد خود را به سمت موفقیت شکل دهند. برای اینکه صنایع کوچک و متوسط بتوانند یک قدم جلوتر از رقبای خود در زمینه صنعتی هوشمند جهانی باقی بمانند، ابزارهای برنامه‌ریزی مدیریت استراتژی‌های مفید زیادی وجود دارد. نوآوری‌های مدرن در واقع عواملی هستند که علاوه بر حمایت کسب‌وکارها، آن‌ها را به سمت

اهداف مدنظرشان هدایت می‌کنند. ارزیابی صنعت یک مساله حیاتی است و به شرکت‌ها کمک می‌کند تا از وضعیت عملکرد خود آگاه باشند. صنایع کوچک و متوسط باید جایگاه خود را در میان رقبا و در سطح جهانی توسط عوامل موثر بر بازار تشخیص دهند و جایگاه و سودآوری احتمالی خود را تجزیه‌وتحلیل کنند. بهتر است که شرکت‌ها دستورالعمل مختص خود را داشته باشد و به مقایسه کارایی واقعی و فعلی و کارایی مطلوب خود بپردازند تا بتوانند از ریشه متحول شوند.

راز ایجاد یک راهکار تجاری مقرون به صرفه این است که منابع کسب‌وکار را بشناسید، نقاط قوت و ضعف اصلی آن را شناسایی کنید و با روش‌هایی هدفمند زمینه‌هایی را تغییر دهید که مطمئنا بهترین پاداش را به همراه خواهد داشت. با درنظر گرفتن بیماری فراگیر و غیرمنتظره کووید-۱۹، شرکت‌های کوچک و متوسط باید به فکر ابزارها و روش‌های تولید ماهرانه باشند تا در صورت وقوع اتفاقات غیرمنتظره کاربردی‌تر عمل کنند. مشتریان و کاربران نهایی را شناسایی کرده و آن‌ها را در هر مرحله از برنامه‌ریزی هدفمند خود مشارکت دهید. اطمینان حاصل کنید که یکی از تیم‌های چندتخصصی سازمانتان در جهت یک هدف واحد فعالیت می‌کنند، در حالی که یک تیم دیگر در جهت مجموعه‌ای از اهداف دیگر حرکت می‌کند؛ این عمل راهکاری را که در حال خارج شدن از مسیر است را به مسیر باز می‌گرداند؛ بنابراین، راهکار باید تعاملی بوده و تمام تیم‌ها را درگیر کند. یک منطقه برای تعیین موقعیت محاسبه شده، بداهه‌کاری و تنظیم مجدد در هیئت بازنگری به‌صورت سه ماه یکبار ایجاد کنید و از کارگران بخواهید تا با ایده‌های خود در بهبود سازمان مشارکت کنند.

۵- طراحی راهبرد-عوامل درونی

بررسی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها (SWOT) یک چارچوب ساده و در عین حال ارزشمند برای تجزیه‌وتحلیل است. گروه‌های مدیریت صنایع کوچک و متوسط باید به سازمان پایبند باشند؛ آن‌ها باید قبل از رسیدگی به انتظارات، فناوری‌های فعلی و ظرفیت‌های مردم را تجزیه‌وتحلیل کنند. برای آغاز تحول صنعتی، یک نگاه کاملا ساده به سازمان نیاز است. نقاط قوت و ضعف عوامل درونی و فرصت‌ها و تهدیدها عوامل بیرونی به حساب می‌آیند. به طور کلی، باید به جای تمرکز بر رخدادهای احتمالی آینده، به آن‌چه در حال حاضر در حال رخ دادن است تمرکز کرد. صنایع امروزی در یک بازار بسیار سودآور در اقتصاد صنعتی جهانی در حال گسترش هستند؛ بنابراین، تهدیدها و هم‌چنین احتمالات را به عنوان محرکی برای تنظیم مجدد

اهداف خدمات برای نقشه راه آینده درنظر گرفته و سپس آن‌ها را برای اهداف یک، چهار و هفت ساله بعدی، اولویت‌بندی کنید. از ارزیابی SWOT به عنوان بخشی از فرآیند مدیریت ریسک و به منظور بررسی و اجرای تکنیک‌ها به روشی بهتر و گسترده‌تر استفاده کنید.

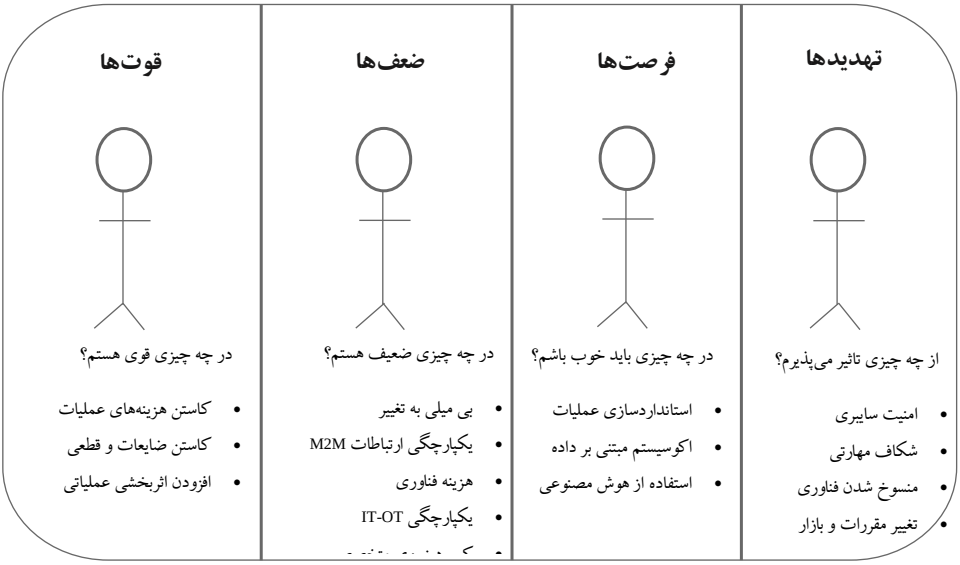
باید توانمندسازان، به‌کارگیرندگان، محرکان را بیابید و بتوانید شش سوال زیر را پاسخ دهید.

۱. کاربران قرار است چه کسانی باشند؟ و چه کسی قرار است بهره مند شود؟
۲. چه عواملی می‌توانند به ارزش کسب‌وکاربیافزایند؟
۳. اطلاعات از کجا دریافت شده و به کجا منتقل می‌شوند؟
٤. لزوم این کار چیست؟
٥. ارزش چگونه قرار است افزوده شود؟
٦. چه زمانی قرار است بازگشت سرمایه (ROI) و بازگشت ارزش (ROV) اتفاق بیافتد؟

برای تجزیه‌وتحلیل شکاف در مرحله آنالیز، علاوه بر برنامه‌ریزی، طراحی، پیاده‌سازی، اعتبار سنجی و عرضه، از تکنیک پنج چرا استفاده کنید.

فرآیند ارزیابی SWOT یک ابزار ایده‌پردازی است که توسط تیم‌های چندتخصصی مورد استفاده قرار می‌گیرد و دیدگاه‌های مختلف را در مورد وضعیت فعلی در اختیار قرار می‌دهد. روشی را ایجاد کنید که رقبا را برای رقابت موفق در بازار شناسایی کند. پس از بررسی این چهار جنبه، طراح اجرایی کسب‌وکار متوجه می‌شود که چگونه می‌توان عوامل را به فرصت تبدیل کرد و با تجزیه‌وتحلیل متوجه می‌شود که چه نقاط ضعفی باید برطرف شود تا نتایج کسب‌وکار تحت تاثیر قرار نگیرد. این ترفند گسترده نه تنها نقاط ضعف و خطرات یک نقشه کار را تشخیص می‌دهد، بلکه نقاط قوت و فرصت‌ها را نیز ممکن می‌سازد. شما باید در حین تحلیل، معقول و هم‌چنین سختگیرانه عمل کنید. تحلیل مداوم کسب‌وکار و تولید ماهرانه، موثرترین وسیله کنترل فرآیند رشد، نقاط قوت و ضعف است. همان‌طور که ادعا می‌شود، شانس توسط ارزیابی SWOT، به نفع ذهن آماده است؛ صنایع کوچک و متوسط مطمئنا آمادگی بیشتری خواهند داشت و در صورت داشتن هدف و انجام اقدامات لازم، قطعا در جهت تکمیل یک برنامه هدفمند پیشرفت خواهند کرد. برای پیاده‌سازی یک برنامه هدفمند از برنامه‌ریزی ناب ابتدایی و قابل اطمینان استفاده کنید. برنامه‌ریزی ناب به طور مداوم رویکرد را تنظیم و اصلاح می‌کند و در عین حال روند توسعه شرکت را در مسیر دست‌یابی

به اهداف ارزیابی می‌کند. این یک روش بسیار ساده جهت بهره‌مندی و ثبت راهکارها، ترفندها، مبنا و برآوردها است و کلیت آن علاوه بر مدیریت بهبود سازمان، به نتایج نیز بستگی دارد.



شکل ۲- تجزیه و تحلیل SWOT در تحول صنعتی.

۶- طراحی راهبرد - عوامل خارجی

ارزیابی عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فنی، حقوقی و محیطی (PESTLE)[1] برای بررسی محیط کلان استفاده می‌شود. محیط کلان شامل عوامل PESTLE است و می‌تواند تاثیر مستقیم و دائمی بر روی یک شرکت داشته باشد، هم‌چنین یک چشم‌انداز کلی از چندین زاویه مختلف ارایه می‌دهد و در عین کمک به یافتن یک راهکار تجاری خاص، به بررسی و اقدامات نگهداری و تعمیرات نیز کمک می‌کند، بازارهای فعلی و آینده را بررسی می‌کند و هم‌چنین اطلاعات حیاتی را برای برنامه‌ریزی، تبلیغات، تحول کسب‌وکار و سازمان، توسعه محصول جدید (NPD) و یا معرفی محصول جدید (NPI) و غیره فراهم می‌کند. شرکت‌ها باید بتوانند به قوانین حال و آینده پاسخ دهند و برنامه بازاریابی خود را به درستی تنظیم کنند. این ممکن

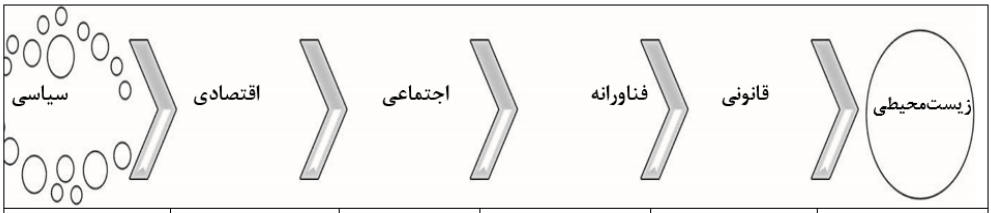
[1] The political, economic, social, technological, legal and environmental

است کل چارچوب سوددهی مانند مالیات‌ها، معاملات و برنامه‌های مالی تحمیل شده توسط یک دولت فدرال را تغییر داده و بر رویه‌های اصلی شرکت تاثیر بگذارد. تغییرات و نوسانات در افزایش هزینه زندگی، سرمایه‌گذاری مستقیم بین‌المللی، ادغام بازارهای سهام به‌عنوان عناصر کلان و خرد اقتصادی، قطعا بر قدرت خرید شرکت، قیمت‌گذاری محصول، عرضه و تقاضای بازار تاثیر می‌گذارد و نتایج بلندمدت پایدار و ماندگاری را به دنبال خواهد داشت. شرکت‌ها باید در زمینه سلامت و ایمنی که با روندهای اجتماعی و گروهی جامعه مرتبط است، مطالعه و تحقیق کنند، چرا که در شناسایی عادات خرید مصرف‌کننده اهمیت بسزایی دارد.

تحول فناوری درهای جدیدی را به روی سبک‌های جدید صنعتی باز می‌کند و امکاناتی را برای بسیاری از مشاغل ایجاد می‌کند. شرکت‌های کوچک و متوسط و تولیدکنندگان قطعات اصلی، هر دو تمایل دارند به شدت بر تاثیر نوآوری‌های جدید در حال توسعه تمرکز کنند. نوآوری‌های جدید علاوه بر پیشرفت در اقتصاد صنعتی، در توسعه حوزه‌های صنعتی نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند و تقریبا همه چیز از جمله ماشین‌های کنترل عددی کامپیوتری (CNC)[1]، کنترل کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC)، اسکادا، ربات‌های صنعتی، تجهیزات تولید هوشمند، امنیت سایبری، ربات‌های هوش مصنوعی و هوش انسانی را کنترل می‌کنند. فن آوری‌های مدرن برای بازاریابی، تحویل و کارایی اقلام نهایی استفاده می‌شوند و علاوه بر کمک به تشخیص عوامل بازاریابی، عوارض جانبی و زمینه‌های بهبود، به ارزیابی اطلاعات مربوط به رقیبان نیز کمک می‌کنند. شرکت‌ها باید قوانین مشتری، دسترسی به مواد، منابع، واردات و صادرات، معیارهای ایمنی و مقررات کار را رعایت کنند و باید بدانند چه چیزی قانونی و چه چیزی غیرقانونی است تا بتوانند به طور موثر تجارت کند. جنبه‌های محیطی که منجر به تاثیرات زیست‌محیطی بر صنعت می‌شوند با سناریوهایی مانند بیماری‌های همه‌گیر، افزایش دمای جهانی و منابع پایدار سروکار دارند. این مساله به دلیل کاهش روزافزون منابع و آلودگی یک نیاز ضروری و حیاتی است. این که یک صنعت را مانند یک شرکت

[1] Computer Numerical Control

اخلاقی و پایدار مدیریت کنید و اهداف ردپای کربن کمتری را که توسط سازمان‌های دولتی تعیین شده است، باقی بگذارید.



زیست‌محیطی	قانونی	فناورانه	اجتماعی	اقتصادی	سیاسی
ESG RoHs WEEE بازیافت و باز استفاده کاهش انرژی انرژی سبز	تبعیت از قانون مدیریت دارایی	اتوماسیون فرایند اتوماسیون صنعتی ربات‌ها توین دیجیتال کوبات‌ها IoT/IIoT AI, ML چاپ سه بعدی و چهاربعدی	کاهش هزینه نوآوری فرایند نوآوری کیفیت سلامت و زندگی آموزش	افزایش درآمد سرمایه‌گذاری در منابع موجود کاهش پسماند	مقررات دولتی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تجارت مالیات

شکل ۳- تجزیه و تحلیل PESTLE در تحول صنعتی.

تجزیه‌وتحلیل SWOT بر نقاط قوت و ضعف درونی یک شرکت متمرکز است، در حالی که تجزیه‌وتحلیل PESTLEبر روی متغیرهای بیرونی متمرکز است. استفاده از هر دو رویکرد با هم منجر به یک ارزیابی کامل برای تحول صنعتی می‌شود و بینش ارزشمندی را در مورد شرکت و جایگاه آن در بین رقبا ارایه می‌دهد. سوال پیش می‌آید که چه زمانی باید از تحلیل SWOT و هم‌چنین آنالیز PESTLE استفاده کرد؟ تجزیه‌وتحلیل SWOT جهت برآوردن الزامات کارایی و آماده‌سازی برای یک تحول تجاری قابل توجه، برای بهبود فرآیندهای تجاری استفاده می‌شود، در حالی که روش PESTLE کمک می‌کند تا درک کنیم که چگونه شرکت‌ها مناسب‌ترین مسیر را در درون و در راستای تحول صنعتی انتخاب می‌کنند و بر دنیای خارج تاثیر می‌گذارند. توسعه در بخش‌های صنعتی با سرعت نور در حال افزایش است و فرآیندهای توسعه محصول جدید (NPD) و یا معرفی محصول جدید (NPI) به سرعت در حال تغییر هستند. پیشرفت کم و عقب ماندن از رقبا یک شکست در سرمایه‌گذاری تولید در سراسر جهان محسوب می‌شود. روش‌های SWOT و PESTLEابزارهای راهبردی قدرتمندی هستند که برای به‌دست آوردن بینش، استفاده از فرصت‌ها و کاهش

تهدیدات ناشی از تحول صنعتی مهم هستند. یک مطالعه جامع، مزایای بزرگی را به دنبال خواهد داشت و شرکت‌های کوچک و متوسط و تولیدکنندگان قطعات اصلی در صورت لزوم، در مسیر موفقیت‌آمیز تحول صنعتی از این دو ابزار استفاده می‌کنند.

۷- کاربرد تجاری

رهبران شرکت‌های تولیدی برای خودکارسازی فرآیند، بهبود فرآیند و تعامل با مشتری، فرصت‌های زیادی را در اختیار دارند. ترکیب بسیاری از خودکنترلی‌ها برای ارایه بهترین پیشنهاد به مشتری و درک فواید ارزشمند سازمان ضرورت دارد. تحول صنعتی سفری است برای رسیدن به مقصد آن، بایستی یک نقشه راه صحیح و یک روش مطمئن در دست داشت. نقشه راه با ارزیابی فرهنگ موجود، مهارت‌ها، ساختار، ظرفیت، فرآیند، مشاغل، فناوری، مراکز کاری، تجهیزات و بلوغ نوآوری آغاز می‌شود و به سمت تفسیر چشم انداز، هدف و برنامه اجرایی آینده حرکت می‌کند. موفقیت به چگونگی اجرای تحول فرآیند و اطمینان از آمادگی افراد برای پذیرش آن و حرکت رو به جلو در راستای روند پیشرفت فناوری بستگی دارد. یک کاربرد تجاری از مدیریت موجودی در یک صنعت فرآیندی را درنظر بگیرید. یکی از دشوارترین و مهم‌ترین وظایفی که برنامه‌ریزی موجودی متصل در روند نظارت بر موجودی دارد، ارتقای برقراری تعادل بین عرضه داخلی و عرضه خارجی است.

۸- چالش تجاری

مدیریت موجودی یکی از اصلی‌ترین مواردی است که بنگاه‌های تولیدی باید به عنوان مانعی برای ایجاد کسب‌وکار خود درنظر بگیرند. سیستم مدیریت موجودی برای ارایه خدمات مفید و دارای رضایت کامل مصرف کننده، زمان حمل‌ونقل مناسب و هم‌چنین کنترل عرضه است، اهمیت دارد. یکی از عملکردهای اصلی این سیستم، داشتن تصویر کلی و فوری مطمئن از مقادیر عرضه موجود است. سیستم نظارت بر موجودی، با تحلیل منظم تعداد سهام را به‌روزرسانی می‌کند و از سیستم‌های معتبری برای نگهداری گزارشات فوری مربوط به میزان موجودی استفاده می‌کند و کمک می‌کند که تیم زنجیره تامین سازمانی وضعیت عرضه خود را همیشه به طور دقیق بداند. برای مدیریت صحیح جریانات زنجیره تامین، شرکت‌ها باید مبادلات تامین‌کنندگان بالادستی و نیازهای مشتریان پایین دستی را مدیریت کنند. شرکت‌های تولیدی

که با تولید هوشمند سروکار دارند، باید فهرست مواد اولیه، قطعات یدکی و کالاهای نهایی خود را در محیط متصل هوشمند آینده نگهداری کنند.

۹- پیش نیاز

سیستم مدیریت موجودی سنتی در واقع عامل اصلی در زمینه نظارت بر موجودی بوده است که به پیش‌بینی بهتر کمک می‌کند و نشان‌دهنده گرایش‌های عمومی فروش‌های پیشین، نظارت فوری و ادغام با سایر فناوری‌های مدرن است. نظارت بر موجودی پیشین به کاهش زمان سرمایه‌گذاری بر روی ملزومات دستی /فنی و هم‌چنین استفاده از داده‌های دقیق‌تر کمک کرد. از آنجایی که فناوری ارایه خدمات به سرعت در حال افزایش است، بنابراین استفاده از سیستم مدیریت موجودی متصل و هوشمند آینده همراه با هوش مصنوعی، ML، IIoT، کوبات‌ها و شاخص محیطی، اجتماعی و حاکمیتی[1] (ESG) و هوش انسانی به یک امر عادی تبدیل خواهد شد.

۱۰- رویکرد

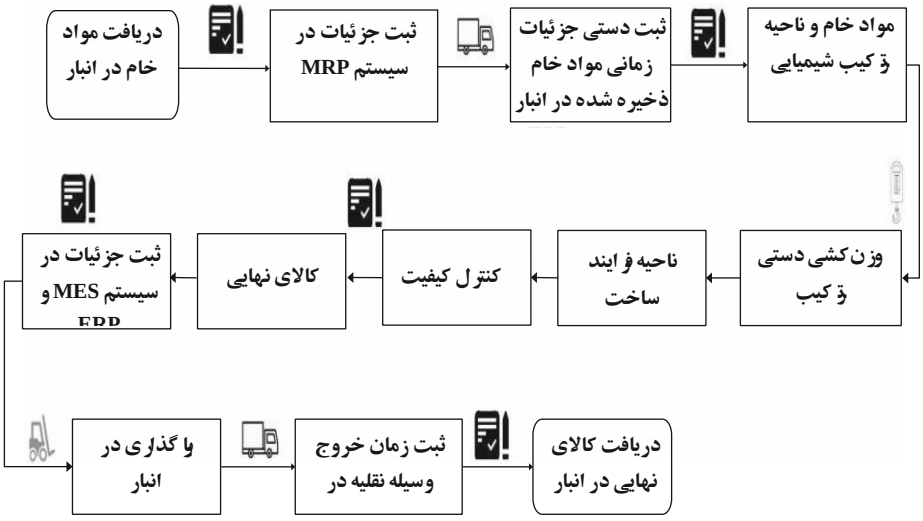
داده‌ها به صورت پویا ار تمام مراحل فرآیند جمع‌آوری می‌شوند. نوآوری که این امکان را برای سیستم‌های مدیریت موجودی هوشمند در آینده ممکن می‌سازد، متشکل از سیستم اجرای تولید (MES)، سیستم کنترل صنعتی (ICS)، سیستم‌های برنامه‌ریزی مواد موردنیاز (MRP)، برچسب تشخیص فرکانس رادیویی (RFID)، آنتن RFID، RFID خوان و هم‌چنین نوآوری‌های فناوری صنعت چهارم و صنعت پنجم است. مراحل بعدی به شرح زیر هستند:

۱. طرح‌ریزی مجدد فرآیندها
۲. نظارت پویای ابزارها
۳. آثار فرآیند مواد اولیه
٤. استفاده از طریق بازکردن نیروسنج یا نیروسنج پنکیک برای سنجیدن
٥. ردیابی توسط RFID همراه با نوآوری فنی صنعتی

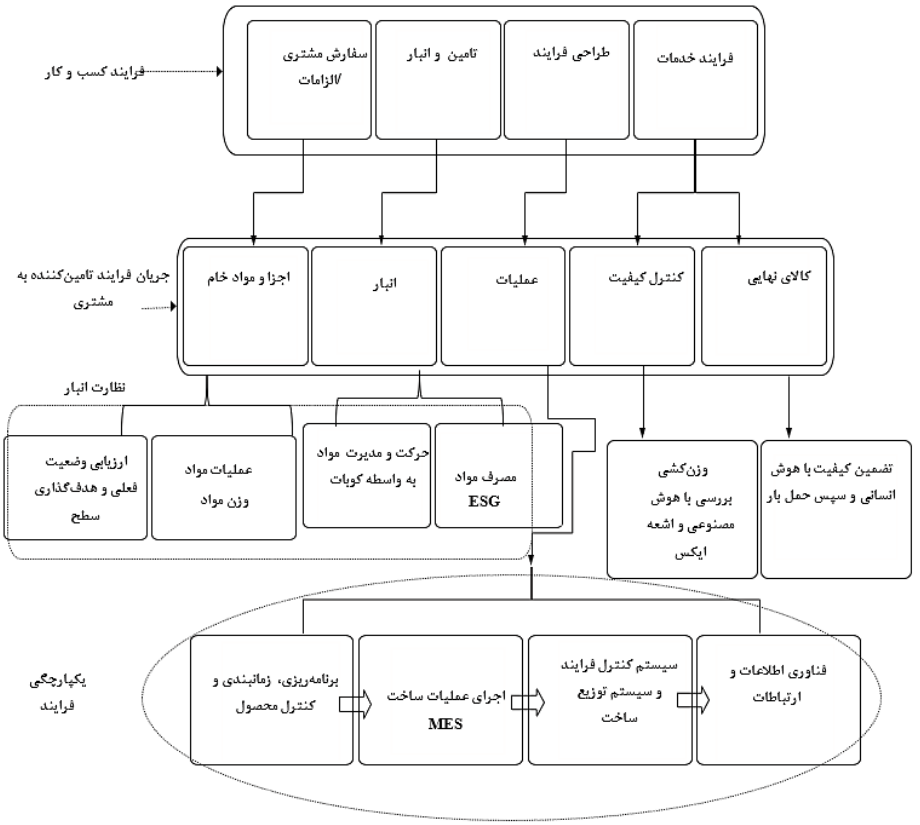
[1] Environmental, Social, and Governance

سیستم اجرای تولید (MES) که با سیستم ردیابی خودرو (VTS) ادغام شده است، وظیفه حرکت کامیون از ورودی تا خروجی را بر عهده دارد. جریان اطلاعات حاصل از سیستم اجرای تولید (MES)، سیستم‌های برنامه‌ریزی مواد موردنیاز (MRP) و سیستم ردیابی خودرو (VTS) را ادغام کنید. این سیستم وزن خالص واقعی تمام دریافتی‌های حاصل از مواد خام را قبل از ایجاد برگه رسید کالا (GRN)[1] ثبت می‌کند. تولید برگه رسید کالا و به روز رسانی موجودی با خودکارسازی فرآیند خطاناپذیر می‌شود. سیستم اجرای تولید (MES)، با نمایش طرح تولید، انتخاب دستورالعمل و تعداد محصولات نهایی برای تولید به کارکنان کارگاه کمک می‌کند، در حالی که سیستم‌های برنامه‌ریزی مواد موردنیاز (MRP) مواد اولیه را مطابق برنامه صادر شده توسط بخش برنامه‌ریزی تضمین می‌کند. پایانه‌های سیستم اجرای تولید (MES)، دارای RFID خوانی هستند که در بالابر بسته‌بندی نصب شده است. نیروسنج نصب شده، به اندازه‌گیری وزن هر دسته برچسب‌گذاری شده با محل ذخیره کمک می‌کنند. سیستم اجرای تولید (MES)، سیستم‌های برنامه‌ریزی مواد موردنیاز (MRP) را با اطلاعات موجودی و تولید به صورت دوره‌ای به‌روزرسانی می‌کند. سیستم اجرای تولید (MES)، مواد را با توجه به دستورالعمل فعلی تایید می‌کند و در صورت وارد شدن مواد اشتباه به کاربر هشدار می‌دهد و هم‌چنین صحت فرآیند و عملکرد سیستم موجودی هوشمند متصل را تضمین می‌کند. محیط دیجیتال متصل، وزن کلی و واقعی تمام مواد ورودی تغذیه شده را ردیابی کرده و هم‌چنین قابلیت ردیابی آن‌ها را تا زمان اتمام فرآیند ساخت محصول نهایی توسط تامین‌کنندگان، هم‌چنان پابرجا نگه می‌دارد.

[1] Goods Receipt Note



شکل ٤- چارچوب ترسیم شده تحول فرآیند.



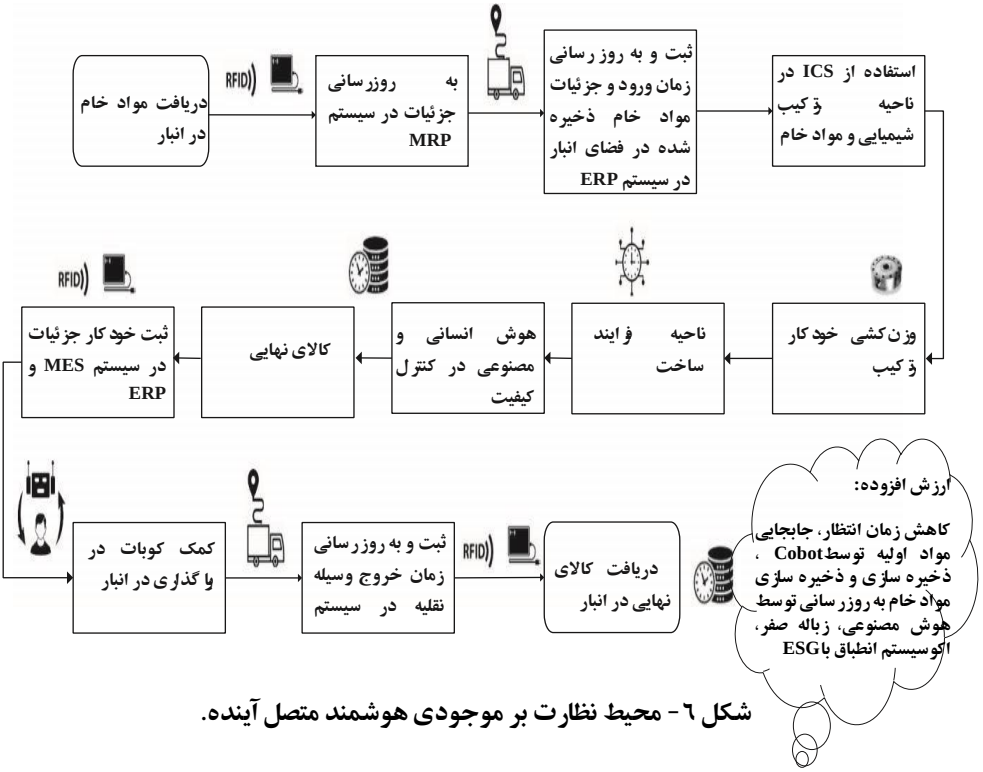
شکل ۵- قبل- سیستم نظارت بر موجودی سنتی.

موجودی هوشمند آینده، عرضه پویا را در وزن خالص واقعی ثبت می‌کند. علاوه بر این، طیف وسیعی از منابع به صورت نوار ضبط‌شده و فورا به روزرسانی می‌شوند و هم‌چنین سیگنال‌ها از طریق تلفن همراه و یا ایمیل به سرپرستان، کارکنان تولید و ذخیره‌سازی ارسال می‌شوند. شاخص‌های اصلی عملکرد و گزارش‌ها، با واکاوی دقیق زنده در سطح کارخانه، بر روی یک برد کنترل پویا IIoT و هم‌چنین بستر IIoTبرای کل شرکت ارایه می‌شوند. سیستم ارتقا یافته آینده تمام دارایی را در یک سازمان تولیدی به هم متصل خواهد کرد؛ این امر باعث آشکار شدن مواد خام اولیه، محصولات نهایی، کار در جریان، موقعیت و مشکل آن‌ها می‌شود. با استفاده از طرح کلی و فناوری متصل به‌صورت آنی، سیستم نظارت بر موجودی

هوشمند آینده، از سیستم‌های هوشمند متصل، هوش مصنوعی، کوبات و هم‌چنین نیروی انسانی استفاده می‌کند تا فرآیند عرضه را به راحتی به انجام برساند. این عمل یک سیستم موجودی هوشمندتر و فعال‌تری را ایجاد می‌کند که می‌تواند به طور فوری توسط هر کسی و در هر مکانی به اشتراک گذاشته شده و در دسترس قرار گیرد. در عوض، فرآیندهای عملی را حذف می‌کند، از هوش انسانی استفاده می‌کند، هماهنگی را برقرار کرده و از شر ضایعات و زمان انتظار خلاص می‌شود، مواد اولیه، جابجایی دستی مواد اولیه، ذخیره‌سازی و تامین مواد اولیه، انتظار بین مراحل فرآیند.

۱۱- نتیجه

سیستم نظارت بر موجودی و سیستم ردیابی دارایی هوشمند مبتنی بر IIoT آینده، با ارایه اطلاعات و جزئیات فوری حاصل از برچسب‌های آرفید، از حضور پیوسته و مستقیم خود در انبار بهره‌مند می‌شود. این امر به ردیابی دقیق موقعیت منابع، کار در جریان و محصولات نهایی کمک می‌کند. در نتیجه، تولیدکنندگان می‌توانند مقدار موجودی فعلی انبار را تثبیت کنند، استفاده از تجهیزات را افزایش دهند، زمان تحویل را کاهش داده و بنابراین، از هزینه‌های پنهان مرتبط با روش‌های دستی بسیار کم اطمینان‌تر و بدون اتلاف مواد اولیه دوری کنند و یک ESG محیط‌زیست مطلوب را تشکیل دهند.



شکل ٦- محیط نظارت بر موجودی هوشمند متصل آینده.

۱۲- محیط کار در آینده

توسعه فنی در قالب سیستم‌های کمکی به کارکنان کمک می‌کند که از تحولات صنعتی سرچشمه می‌گیرد و می‌تواند مشاغل محیط تولید را برای افرادی که با چالش فیزیکی دست و پنجه نرم می‌کنند، با تکامل فناوری کمکی، با تولید سیستم‌های جدید بهتر و تغییر محل کار در آینده در دسترس قرار دهد. یک نیاز دیگر، توسعه سیستم‌هایی است که فارغ‌التحصیلان دانشگاهی را قادر می‌سازد تا خود را در زمینه فن‌آوری‌های مدرن تحول‌آفرین ارتقا دهند و شکاف‌های از دست رفته را در یک زمان مناسب و با بهانه تکامل محیط کاری از بین ببرند. بهبود صنعتی در حال تغییر دادن نحوه تعامل اعضای کارکنان با یکدیگر و با ابزارهای نسل بعدی است.

هوش مصنوعی به عنوان پایه و اساس محصولات مختلف و خدمات متصل هوشمند در بخش‌های صنعتی پیشرفت کرده است. هوش مصنوعی همراه با کوبات‌ها، هوش مصنوعی با طراحی مولد، هوش مصنوعی با

خودیاری و غیره، به افراد درگیر با چالش‌های فیزیکی در توان کاری کمک کرده و هم‌چنین فرصت شرکت در صنایع ارتقا یافته را فراهم می‌کند.

بسیاری از شرکت‌های تولیدی در حال استفاده از مقررات بهداشتی و ایمنی رو به رشدی هستند که ممکن است بلافاصله تغییر کنند. بدون دستگاه‌های دیجیتال، کارکنان آماده فعالیت موثر در تاسیسات تولیدی آینده نخواهند بود. از آنجایی که اختلالات جدیدتر در فناوری، چشم‌انداز آن را تغییر می‌دهد، آن‌ها راه‌های کم‌هزینه‌تر نوآوری‌های دارای منابع باز و قابل دسترس‌تر برای شرکت‌های کوچک و متوسط را یافته و به دنبال کاهش هزینه‌ها و بهبود فرآیندهای تحول کسب‌وکار هستند.

۱۳- خلاصه

هدف نهایی از تبدیل صنعت چهارم به صنعت پنجم، ارتقای فرآیندهای طراحی و تولید است. با درنظر گرفتن این موضوع، منطقی‌ترین کار تمرکز بر بهبود مداوم فرآیندهای پیوسته، همکاری و محیط‌زیست پایدار است. استقبال از تغییر سازمانی، راز تحول موثر است. صنعت سوم تا چهارم در حال دگرگونی ابزارهای تامین‌کننده‌های فعال است و محیط فیزیکی و دیجیتالی را با یکدیگر ادغام می‌کند. همین‌طور، صنعت چهارم تا پنجم مشاغلی با ارزش بالاتر ایجاد می‌کند، زیرا انسان‌ها روش‌هایی را برای ترکیب ربات‌ها و کوبات‌ها طراحی کرده و در حال تصاحب مشاغلی هستند که برای بهبود اثربخشی نیازمند تفکر خلاق هستند. همه چیز علاوه بر به عهده گرفتن توسعه فنی از مهندسی تا تولید، به استفاده از قدرت الکترونی، تبدیل انرژی تجدیدپذیر در سراسر فرآیند پیوسته در سازمان بستگی دارد. صنعت پنجم سازمان‌های تولیدی را از طریق اینترنت اشیاء (IoT)/IIoT و سایر نوآوری‌های فناورانه و مدرن دیگر به سمت دنیای متصل جدید رباتیک و انسان هدایت می‌کند تا به کارهایشان با دقت و ظرافت کامل و با حداقل اتلاف و تقریبا بدون خطا انجام شوند. صنایع کوچک و متوسط، تامین‌کنندگان قطعات و تولیدکنندگان قطعات اصلی می‌توانند با سرمایه‌گذاری اولیه مالی، به بهای این فناوری‌ها افزوده و از مزایای آن‌ها بهره‌مند شوند، چراکه هیچ چیز دیگری نمی‌تواند مکمل آن باشد.

زمانی که کامپیوترها در صنعت سوم ارایه شدند، به دلیل اضافه شدن یک نوآوری کاملا جدید، غوغا به پا شد. با گسترش صنعت چهارم در حال حاضر و هم‌چنین در آینده، سیستم‌های کامپیوتری به هم متصل شده و هم‌چنین با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند تا بتوانند در نهایت بدون دخالت انسان تصمیم‌گیری کنند.

ترکیبی از سیستم‌های فیزیکی سایبری، اینترنت اشیاء و اینترنت سیستم‌ها، صنعت چهارم را ممکن ساخته و تاسیسات تولید هوشمند را به حقیقت تبدیل می‌کند. در اثر کمک تجهیزات هوشمندی که هم‌چنان با دست‌یابی به اطلاعات بیشتر هوشمندتر می‌شوند، امکانات تولیدی کارآمدتر، مقرون به صرفه‌تر و دارای ضایعات کمتری خواهند بود. در نهایت، این مجموعه تولیدکنندگان هستند که به صورت دیجیتالی با یکدیگر ارتباط دارند، اطلاعات را در سراسر شرکت توسعه داده و به اشتراک می‌گذارند و در نهایت منجر به قدرت واقعی صنعت چهارم می‌شوند. در صورتی که این تحول، تبدیل تجهیزات تولید به تجهیزات هوشمند دارای اینترنت اشیاء که از سیستم شناختی استفاده کرده و از طریق محاسبات ابری به هم متصل می‌شوند را برجسته‌تر کند، صنعت پنجم آماده می‌شود تا بر بازگشت دخالت انسانی و هم‌چنین ذهن خلاق به ساختار صنعتی تمرکز کند. در صنعت چهارم تولیدکنندگان برای عملکرد بهینه با سیستم‌ها در ارتباط متقابل بودند. صنعت پنجم این اثربخشی، کارایی و هوش انسانی را با توسعه تعامل بین انسان‌ها و فناوری‌های صنعت چهارم بسیار بهتر می‌کند.

فناوری را تصور کنید که می‌تواند امکان دسترسی لحظه‌ای یا فوری به جزئیات و قدرت سیستم کامپیوتری را تنها با یک فکر فراهم کند. بر اساس مطالعه تحقیقاتی جدید دانشمندان علوم اعصاب و نانورباتیک ایالات متحده، احتمال دارد یک رابط کاربری بین ذهن انسان و ابر به سبک ماتریسی که به عنوان شبکه اینترنت افکار شناخته می‌شود، در آینده امکان پذیر باشد؛ این یعنی رابط ذهن انسان به ابر. محققان اظهار داشتند که انسان‌ها با استفاده از ترکیبی از هوش مصنوعی و فناوری نانو به طور کامل این توانایی را خواهند داشت که ذهن خود را به شبکه محلی مجازی متصل کنند و اطلاعات را فورا از شبکه جمع‌آوری کنند.