

چستی تولید چابک و راه کارهای استقرار آن در مجموعه‌های صنعتی بزرگ

یونس مرتضوی نسب^۱، محمدحسین بدیعی^۲، مریم ستوده^۳

۱ کارشناس مهندسی مکانیک، معاونت طرح و برنامه، شرکت تولید خودرو سایپا کاشان، کاشان mortazavi.yunes@gmail.com

۲ کارشناس مهندسی صنایع، معاونت طرح و برنامه، شرکت تولید خودرو سایپا کاشان، کاشان

۳ کارشناس مهندسی مکانیک، معاونت طرح و برنامه، شرکت تولید خودرو سایپا کاشان، کاشان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۲۷

چکیده

امروزه شرکت‌ها و سازمان‌های تولیدی، با توجه به وضعیت رقابتی خود، به‌منظور پاسخگویی به چالش‌های موجود در بازار جهانی ناگزیر از انجام عکس‌العمل‌های به‌موقع‌اند. طی سالیان گذشته، حوزه تولید تحولات شگرفی را تجربه کرده است: در برهه‌ای از زمان تولید دستی و پس از آن ظهور و بروز تولید انبوه، در فعالیت‌های چشمگیر هنری فورد، تنها گوشه‌ای از تاریخ صنعت تولید است. در گذر از تولید انبوه به تولید ناب و پس از آن تولید چابک با پارادیمی جدید روبرو می‌شویم که شالوده‌های اصلی و اساسی صنعت تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در چنین شرایطی، هر بنگاه تولیدی باید توان تولید همزمان محصولات متفاوت، طراحی مجدد محصولات، تغییر فرایندهای تولید و پاسخگویی نسبت به تغییرات را داشته باشد. در صورت داشتن چنین ظرفیت‌هایی بنگاه تولیدی چابک خواهد بود. تولید چابک و مفهوم چابکی نشان‌دهنده توانایی سازندگان کالا و ارائه‌دهندگان خدمات برای تلاش به‌منظور رویارویی با تغییرات مداوم و پیش‌بینی نشده است. در این مقاله، نخست مفاهیمی همچون تولید ناب و چابک مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از آن راه‌کارهای استقرار این استراتژی در هر مجموعه صنعتی بزرگ از طریق معرفی توانمندسازهای علمی و عملی ممکن معرفی می‌گردد.

واژگان کلیدی: تولید ناب، تولید چابک، چابکی، تولید به‌هنگام، توانمندساز

۱. مقدمه

جدیدتری را خواستارند [۱]. سازمان‌ها نیز برای پاسخگویی به این چالش‌ها، باید مطابق با وضعیت رقابتی محیط سرعت عمل به‌خرج دهند. با تشخیص این روند طی سالیان گذشته، حوزه تولید در راستای پارادایمی نسبتاً جدید تحت عنوان تولید چابک^۱ جهت‌گیری کرده است [۲]. در چنین محیطی، بنگاه باید توان

امروزه شرکت‌ها و سازمان‌های تولیدی با چالش‌های متنوعی مواجهند. از یک طرف همه‌روزه در معرض فناوری‌های به‌روزند که فناوری‌های جاری و سیستم‌های تولیدی آنها را به چالش می‌کشد و از طرف دیگر بازار مصرف و مشتریان آنها خواسته‌های بیشتری دارند و در یک بازه زمانی کوتاه، محصولات و خدمات

می‌توان اذعان داشت که طی دو دهه گذشته چابکی در حوزه تولید به‌خوبی نهادینه شده است.

۲. تاریخچه تولید

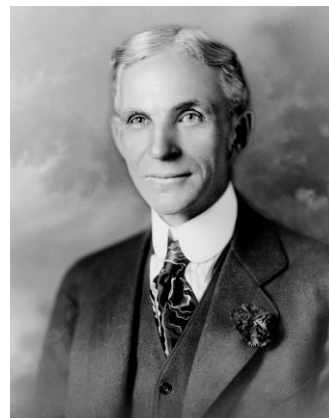
حوزه تولید همواره در شرف تغییر پارادایم بوده است. این تغییر از صنعت دستی به تولید انبوه^۴، سپس به تولید ناب^۵ و در عصر حاضر به تولید چابک در حال گذار است. در طول تاریخ سه تغییر در حوزه تولید وجود داشته است [۹]: دوره اول تولید دستی بوده و از ویژگی‌های آن سطح تولید بسیار پایین، نظام استاد شاگردی، کیفیت نه‌چندان بالای محصولات، وجود کارگران ماهر، وجود ماشین‌آلات چندمنظوره، تولید سیستم کارگاهی، وجود سازماندهی غیرمتمرکز و قیمت بالای محصول است. دوره دوم، دوره تولید انبوه هنری فورد^۶ است که می‌توان خط مونتاژ متحرک، قابلیت تعویض کامل قطعات، راحتی اتصال قطعات به هم، کاهش زمان چرخه کاری، تعویض‌پذیری کارگران، خلق افرادی جدید مانند تعمیرکاران و مهندسان صنایع و کاهش زمان راه‌اندازی ماشین‌آلات را به‌عنوان ویژگی‌های اساسی آن نام برد. البته نباید از نام آلفرد اسلون^۷، کسی که مکمل تلاش‌های فورد بود، به سادگی گذشت؛ زیرا هنری فورد با موفقیت تولید انبوه را در کارخانه به ثمر رساند، اما هرگز نتوانست دستگاه سازماندهی و مدیریتی به‌وجود آورد که بتواند سیستم کلی کارخانه‌ها، عملیات مهندسی و سیاست‌های بازاریابی؛ یعنی دستاوردهای تولید انبوه را اداره نماید. اسلون سیستمی را که هنری فورد پیشگام آن بود تکمیل کرد و به شکل امروزی درآورد.



شکل ۲. آلفرد پی اسلون (۱۸۷۵-۱۹۶۶)

مدیر و کارآفرین شهیر آمریکایی در حوزه صنعت خودرو

تولید همزمان محصولات متفاوت، طراحی مجدد محصولات، تغییر فرایندهای تولید و پاسخگویی نسبت به تغییرات را داشته باشد. در صورت داشتن چنین توانمندی‌هایی بنگاه تولیدی چابک خواهد بود [۳]. برای تلاش در محیطی با تغییرات پویا و پیش‌بینی‌نشده، سازمان‌ها و سیستم‌های تولیدی آنها باید به‌صورت سریع و اثربخش واکنش نشان دهند. برای نیل به این هدف، سیستم‌های تولید باید قابلیت‌های عدیده‌ای داشته باشند که به‌صورت هم‌افزا توانایی سیستم تولید انعطاف‌پذیر، سیستم تولید ناب و شرکت‌های دارای راهبردهای تولید در حجم انبوه و مطابق میل مشتری را در خود جای دهند [۴]. مؤسسه یاکوکا^۲ واقع در دانشگاه لیهای^۳ در اوائل دهه ۱۹۹۰ م تولید چابک را به‌عنوان پارادایمی جدید معرفی کرد که چنین قابلیت‌هایی دارد [۵]. پانزده سال بعد، وقتی عدم اطمینان‌ها رفته‌رفته کامل شد، کشمکش‌ها ادامه یافت و بازار نوپا و فشارهای سیاسی و اجتماعی چشم‌اندازها را تغییر داد [۶]. تولید چابک و مفهوم چابکی نشان‌دهنده توانایی سازندگان کالا و ارائه‌دهندگان خدمات برای تلاش به‌منظور رویارویی با تغییر مداوم و پیش‌بینی نشده است. این تغییرات می‌توانند در بازار محصول، فناوری‌ها و روابط و تعاملات بازرگانی رخ دهد. روش دیگر مواجهه با عدم اطمینان‌های محیطی از طریق تشکیل بنگاه‌های مجازی است که برای برآوردن نیاز بازارهای روبه تغییر تشکیل می‌شود [۷]. چابکی و تولید چابک پیش‌نیاز تشکیل بنگاه مجازی است. امروزه شمار قابل توجهی از دانشگاهیان و صنعتگران تولید چابک را به‌عنوان رویکردی جدید می‌شناسند [۸]. به هر حال،



شکل ۱. هنری فورد (۱۸۶۳-۱۹۴۷)

کارآفرین و مخترع برجسته آمریکایی و مالک شرکت خودروسازی فورد

دوره سوم فلسفه تولید ناب (سیستم تولیدی تویوتا)^۸ است که بنیانگذار و مغز متفکر آن تایچی اوهنو، نابغه تولید تویوتا، بود. فلسفه تولید ناب براساس حذف هر نوع فعالیت فاقد ارزش افزوده استوار است. تولید ناب اصولی دارد که اهم آن عبارت است از [۱۰]: حذف ضایعات، عیوب صفر، گروه‌های چندمنظوره، کاهش لایه‌های سازمانی، رهبری گروهی، سیستم‌های اطلاعاتی عمودی، بهبود مستمر و سیستم کشتی. دوره چهارم اما، تولید چابک است که هدف آن اغنای مشتری، اهرمی کردن اثر اطلاعات و افراد، تسلط بر تغییرات و عدم اطمینان و افزایش رقابت‌پذیری از طریق همکاری است.

تاریخچه چابکی به دوره رکود صنایع ایالات متحده آمریکا موسوم به رکود بزرگ^{۱۰} بازمی‌گردد. در آن دوره، با توجه به صنایع تولیدی ایالات متحده و از دست رفتن رقابت‌پذیری در طول دهه ۱۹۸۰ که به‌خوبی مستند شده بود، در سال ۱۹۹۰ م کنگره آمریکا تصمیم گرفت اقداماتی ضروری در این مورد انجام دهد. لذا وزارت دفاع موظف شد تا آژانسی ایجاد و صنعت تولید ایالات متحده را با هدف رقابتی‌تر کردن آن بررسی کند. در واقع با مشاهده اینکه نرخ تغییر در محیط کسب‌وکار بیشتر از نرخ سازگاری با محیط است، گروهی از متخصصان و دانشگاهیان در دانشگاه لیهای، واقع در ایالات پنسیلوانیا، از طرف وزارت دفاع با این هدف که چه سیستم‌ها و راهبردهایی در صنعت موفق خواهند بود، گردهم آمدند تا صنعت تولید آمریکا را مورد کنکاش قرار دهند. نتیجه تلاش این گروه گزارشی دوجلدی با عنوان *استراتژی بنگاه‌های تولیدی قرن ۲۱*^{۱۱} بود که در پائیز ۱۹۹۱ م، توسط مؤسسه یاکوکا منتشر و در همان زمان نام چابک بر آن نهاده شد [۵].

حال لازم است نگاهی گذرا به روند و دلایل تاریخی این تغییرات بیاندازیم. پیش از آنکه نخستین تلاش‌های فورد برای مونتاژ خودرو در سال ۱۹۰۳ م آغاز شود، فرایندهای تولید به‌صورت دستی و با ابزارآلات ساده اما انعطاف‌پذیر انجام می‌شد. تا اینکه در بهار ۱۹۱۳، در کارخانه‌ای جدید واقع در هایلندپارک دیترویت خط مونتاژ متحرک شروع به کار کرد [۱۱]. فورد در مقاله‌ای به سال ۱۹۲۶ م، اصطلاح تولید انبوه را مطرح و سیستم ابداعی خود را تولید انبوه نامید. دیگران اما شیوه او را فوردگرایی یا فوردیسم^{۱۲} نامیدند [۱۲]. اوج شکوفایی تولید انبوه دهه ۱۹۵۰ م بود. این دوره از تاریخ شاهد پیشرفت‌های چشمگیری چون

ارتقای سطح زندگی مردم و شکوفایی اقتصاد امریکا است. شرکت تویوتا در بهار ۱۹۵۰ تغییراتی در ساختار و عملیات خود را آغاز کرد. این تغییرات از تفکرات آجی تویوتا^{۱۳} و تایچی اوهنو سرچشمه گرفت. در سال ۱۹۵۰، طی سفری سه‌ماهه به دیترویت، آنها کارخانه فورد را از نزدیک بررسی کردند و پس از بازگشت، به این نتیجه رسیدند که تولید انبوه هرگز نمی‌تواند در ژاپن محقق شود در واقع این آزمون شروعی بود برای ظهور سیستمی که آن را سیستم تولیدی تویوتا نامیدند. این سیستم در نهایت به تولید ناب معروف شد [۱۳].

از اواخر دهه ۱۹۸۰ تا اواسط دهه ۱۹۹۰، در پی تحولات گسترده اقتصادی و سیاسی جهان، اقدامات چشمگیری برای شناخت دلایل و عوامل مؤثر بر نظام‌های جدید کسب‌وکار جهانی به مرحله عمل درآمد. ایالات متحده آمریکا برای نخستین بار، وقتی رکود چشمگیری را در سهم کسب‌وکار جهانی به‌ویژه در عرصه تولید به‌چشم دید، سکان رهبری این نهضت را در دست گرفت. در سال ۱۹۹۱ م، گروهی از متخصصان صنعتی مشاهده کردند که نرخ افزایش تغییرات در محیط تجاری از توانایی‌های سازمان‌های تولیدی سنتی در جهت تطبیق و سازگاری با آن سریع‌تر و شتابان‌تر است. این سازمان‌ها در استفاده از مزایای فرصت‌هایی که برای آنها ارائه می‌شد ناتوان بودند و این ناتوانی در تطبیق با شرایط تغییر، ممکن بود در بلندمدت سبب ورشکستگی و ناکامی شود [۹]. لذا برای نخستین بار، پارادایمی جدید در گزارشی با عنوان *استراتژی بنگاه‌های تولیدی در قرن ۲۱*: دیدگاه متخصصان صنعتی منتشر و به همگان معرفی شد [۵]. بلافاصله عبارت تولید چابک به‌طور مشترک با انتشار *استراتژی شرکت‌های تولیدی قرن ۲۱* مورد استفاده عموم قرار گرفت [۵].

گفتنی است که در سال ۱۹۹۱، دانشگاه لیهای با حمایت مالی نیروی دریایی ایالات متحده به‌همراه مؤسسه یاکوکا، مطالعاتی روی سیزده سازمان تولیدی بزرگ همچون جنرال موتورز، جنرال الکتریک، آی. بی. ام، تگزاس اینسترومنت و جز این‌ها انجام دادند. هدف از این مطالعه، پاسخ به این پرسش بود که سازمان‌های موفق قرن ۲۱، چه ویژگی‌هایی خواهند داشت. پس از آن، بیش از یکصد سازمان دیگر نیز بررسی شدند و در سال ۱۹۹۱ این تحقیقات با عنوان *مطالعه مؤسسات تولیدی در قرن ۲۱* نامگذاری شد و بعدها در سال ۱۹۹۵، نتیجه این

تحقیقات در کتاب استیون گولدمن^{۱۴}، نایجل^{۱۵} و پریس^{۱۶} با عنوان *رقبای چابک و سازمان‌های مجازی*^{۱۷} منتشر شد. از جمله نتایج پژوهش‌های یادشده می‌توان به این موارد اشاره کرد: محیط‌های رقابتی جدید تحولات بسیاری را در میان سیستم‌های تولیدی و سازمان‌ها به وجود آورده است. سازمان‌هایی که دارای مزایای رقابتی در این محیط جدید باشند و به سرعت بتوانند محصولات را مطابق نیاز مشتریان تولید کنند، چابک و پیشروند. در بندی از این گزارش آمده است چنانچه تولید در ایالات متحده با آغوش باز و خوش‌بینی نسبت به موفقیت‌های آینده استقبال نشود، نتیجه بالقوه آن مصیبت‌بار خواهد بود [۵].

در اواخر دهه ۱۹۸۰، آمریکا و اروپا تغییر پارادایم در تولید (از تولید انبوه به تولید ناب) را به آهستگی پذیرفتند و این امر منجر به از دست دادن سود و سهم زیادی از بازار در گروهی از صنایع در کوتاه‌مدت شد. هرچند این صنایع اکنون به‌طور چشمگیری جهت پیاده‌سازی تولید ناب و به‌موقع برای رقابت در سطح جهانی تلاش می‌کنند. از اینرو دولت آمریکا تشخیص داد که در حوزه تولید مشکلی وجود دارد و به همین دلیل مطالعه روی نقاط قوت و ضعف تولید ایالات متحده را به مؤسسات دولتی و خصوصی مانند گروه مشاوره بوستن^{۱۸}، گروه مشاوران ایالات متحده در رقابت‌پذیری، و کمیته بهره‌وری صنعتی در مؤسسه فناوری مساجوستس^{۱۹} سپرد [۱۰]. هر یک از این سازمان‌ها معتقد بودند که شرط بقای آمریکا در عرصه رقابت جهانی پذیرش و دنبال کردن رویکردهای متفاوت در حوزه تولید است [۸]. بدین ترتیب بود که حرکت به سمت تولید چابک و دستیابی به چابکی در دستور کار سازمان‌های تولیدی آمریکا و بعدها کشورهای اروپایی قرار گرفت. در سال ۱۹۹۱، براساس اطلاعات جمع‌آوری شده، متخصصان دانشگاهی و صنعتی در دانشگاه لیهایی به این نتیجه رسیدند که تولید چابک بهترین رویکرد برای ادامه کار است [۱۱]. شاید پیتز دراکر^{۲۰}، نظریه‌پرداز برجسته حوزه مدیریت، نخستین کسی باشد که مفهوم مؤسسه چابک را مطرح کرد. در آن زمان وی ساختار شرکت‌های تولیدی را با ناوی سنگین، خصوصاً از بعد یکپارچگی در ماهیت، مقایسه و بیان کرد که یک ناو بزرگ تنها می‌تواند توسط مجموعه‌ای از ناوگان کوچکتر جایگزین شود و سازمان‌های مدولار به‌وسیله ماهیت ساختار، به افزایش انعطاف‌پذیری و پاسخگویی مجهز

شوند [۱۳]. دلایل محکمی وجود دارد که تولید چابک شرط لازم برای رقابت‌پذیری است.

همان‌طور که گفته شد مفهوم اصلی در سال ۱۹۹۱ توسط گروهی از متخصصان در مؤسسه یاکوکا رواج یافت. این گروه شامل تعدادی از مدیران ارشد شرکت‌های ایالات متحده بود. این مطالعه در دو جلد گزارش به اوج رسید و اساساً در این مورد بود که ایالات متحده چگونه می‌تواند دوباره جایگاه خود را در تولید بازیابد [۱۲].

لازمه کسب چابکی، وجود سیستم تولید انعطاف‌پذیر، نیروی کار دانش‌پذیر و ساختار مدیریتی مشوق نوآوری‌های گروهی (چه در داخل و چه در بین سازمان‌ها) است. اگر سازمان‌های آمریکایی نتوانند به سمت تولید چابک حرکت کنند، استاندارد زندگی در این کشور با خطر جدی مواجه خواهد شد [۱۳].

۳. ویژگی‌های تولید ناب و چابک

چابکی پارادایمی جدید در حوزه تولید است. محیط تولید چندین تحول (از صنعت دستی به تولید انبوه و اکنون کامل‌ترین نمونه؛ یعنی چابکی) را پشت سر نهاده و بیشتر به‌واسطه خواسته‌های مطلوب جهت حفظ برتری در یک محیط دائماً در حال تغییر است و به‌وسیله حجم‌ها و اندازه‌های کوچک، مدولار و تولید اطلاعات گران‌بها جایگزین می‌شود [۴]. البته تولید چابک با تولید ناب و انبوه تفاوت‌هایی دارد. تولید ناب به نوعی معماری عملیاتی منعطف گفته می‌شود، حال آنکه چابکی معماری عملیاتی قابل شکلدهی مجدد را ایجاد می‌نماید. در عین حال، رقابت مبتنی بر چابکی برای بیرون راندن رقابت مبتنی بر تولید انبوه و به‌عنوان یک شکل برای تجارت جهانی در نظر گرفته می‌شود [۱]. اشمویر، مدیر اجرایی نشست بنگاه تولیدی چابک، تولید چابک را این‌گونه تعریف می‌کند [۸]: تولید چابک جهت بقا و پیشرفت در محیط رقابتی (که تغییرات در آن دائمی و پیش‌بینی نشده است) نوعی توانایی ایجاد می‌کند تا بتواند نسبت به تغییرات سریع بازار پاسخگو باشد. براساس این تعریف، تولید چابک شامل انعطاف‌پذیری سیستم مکانیکی در تولید محصول و مفاهیمی چون توانمندسازی کارکنان، روابط نزدیک تولیدکننده و تأمین‌کننده، کیفیت جامع و مهندسی مجدد شرکت‌هاست.

امروزه مهندسی مجدد فرایندهای کسب‌وکار^{۲۱} و طراحی مجدد شبکه‌های کسب‌وکار^{۲۲} به‌عنوان سازوکار اساسی انتقال

(تبدیل) به چابکی پیشنهاد می‌شوند. اما در اینباره که چطور مهندسی مجدد فرایندهای کسب‌وکار یا طراحی مجدد شبکه‌های کسب‌وکار این تبدیل را انجام خواهند داد، بحثی انجام و چیزی مشخص نشده است. انتظار برای استقرار چابکی به جای استقرار تولید ناب نادرست است؛ زیرا فرض بر این است که این دو مقوله مفاهیمی وابسته و متوالی‌اند [۱۲]. اگر سازمان چابک باشد، تبدیل به تولید ناب سریعتر و ارزاتر خواهد بود. تولید چابک محدوده کاملی از فناوری‌های تولیدی منعطف را در خود جذب کرده و به همراه آن درس‌هایی را از مدیریت کیفیت جامع^۳، تولید به‌هنگام^۴ و تولید ناب فرا گرفته است [۸]. در واقع چابکی پارادایم جدیدی است که به بنگاه‌ها توانایی بقا و پیشرفت در محیطی پیش‌بینی نشده را می‌دهد.

تولید مراحل انقلابی متعددی را پشت سر نهاده و تغییر پارادایم‌هایی را طی کرده است. در سال ۱۹۹۳ م، کارخانه جنرال موتورز تغییر به تولید چابک را شروع کرد و توانست زمان انتظار را ۳۸٪، موجودی را ۴۸٪ و فضای کارگاه تولیدی را ۲۷ درصد کاهش دهد. ماسکل (۲۰۰۱) چهار عنصر کلیدی را برای تولید چابک برمی‌شمارد که شامل رفاه مشتری، افراد و اطلاعات، همکاری در داخل و بین کارخانه‌ها و مناسب‌بودن یک شرکت برای تغییر است [۱]. در ادامه عوامل مذکور تشریح می‌شود.

۳-۱. رفاه مشتری

باید توجه داشت که محصولات و خدمات، چه مقدار ارزشی به مشتریان می‌افزایند. تولیدکنندگان در کلاس جهانی تأکید زیادی بر نزدیکی به مشتری و رفاه او دارند. معنای این نزدیکی و رفاه این است که به‌واسطه مصرف و استفاده از خدمات و محصولات شرکت چقدر ارزش به مشتری افزوده شده است. این امر به فهم و شناخت درونی از نیازهای مشتریان وابسته است و اینکه نحوه استفاده از محصولات را بهتر از مشتریان بدانیم. برای بروز نیازهای واقعی مشتریان، باید به جای محصول، راه‌حل‌ها را فروخت. فروش راه‌حل‌ها نیازمند فهم و شناخت جزئی و کامل از نیازهای مشتری است. در اینجا فروش محصول، به‌تنهایی کافی نیست و گاهی بنگاه نیازمند ارائه خدمات یا پشتیبانی فنی اضافه است. گاهی باید جهت برآوردن نیاز واقعی مشتریان محصولات مکملی ارائه کرد که این امر ممکن است به‌وسیله دیگر شرکت‌ها یا رقبا عرضه شود.

۳-۲. افراد و اطلاعات

وقتی شرکتی قصد دارد فروش مبتنی بر راه‌حل را گسترش دهد، باید به مهارت و دانش کارکنان خود توجه داشته باشد. این دانش شامل تجربه‌های تولید، نیاز و اشتیاق مشتریان و نیازهای خدماتی آنهاست. وقتی شرکت راه‌حل‌ها را به جای محصولات می‌فروشد، روابطی که بین مشتریان و کارکنان برقرار می‌شود، به بخشی از خود محصول مبدل می‌گردد. در مورد اطلاعات، شرکت باید نزدیک و مستقیم با سیستم‌های اطلاعاتی مشتریان مرتبط باشد. سفارش‌ها به‌طور خودکار از طرف مشتری داده شود و طبق آن، کارخانه سفارش مورد نیاز مشتری را تحویل دهد. طراحی، تحویل اطلاعات، تاریخ، حساب‌های قابل دریافت و خدمات مشتری را می‌توان به‌صورت یکپارچه طراحی کرد. برخی از فناوری‌های مورد نیاز برای دستیابی به این سطح از به اشتراک گذاری و قابلیت دسترسی به اطلاعات در سالیان اخیر به‌وجود آمده که یکی از آنها شبکه جهانی اینترنت است.

۳-۳. همکاری

تغییرات سریع در حوزه فناوری، نیاز خاص و محصولات مورد نظر مشتری به افزایش همکاری بین و داخل شرکت‌ها منجر شده است. هیچ شرکتی تمامی مهارت‌های مورد نیاز جهت ارضای مشتریان را در اختیار ندارد. داشتن هر چیزی که شرکت به‌طور کامل نیازهای مشتری را برآورد، غیرممکن به‌نظر می‌رسد. لذا باید همکاری داخل شرکت و با شرکت‌های دیگر، که به تشکیل شرکت‌های مجازی منجر می‌شود، برقرار گردد.

۳-۴. تناسب با تغییر

هر شخصی می‌داند چند سال بعد، زمان تغییرات بی‌سابقه و زمان عدم اطمینان فرا خواهد رسید. اما سازمان چطور باید مزایایی را که در این محیط آشفته وجود دارد، کسب کند؟ جواب ساده و میانبری وجود ندارد، اما در اینجا برخی از موضوع‌هایی که به آمادگی شرکت جهت مقابله با تغییرات کمک کند را بیان می‌کنیم. برای تمرکز بر تغییر و مشتری، نزدیکترین فرد به مشتری باید اختیاراتی داشته باشد که نشان‌دهنده تغییراتی در روش‌های شرکت در برخورد با نیازهای مشتری است. رابرتسون و جونز در سال ۱۹۹۹ بیان می‌کنند که تولید چابک مبتنی بر تولید ناب است، اگرچه ممکن است تناقض‌های آشکاری بین

ثبات مورد نیاز برای هزینه پایین از یک طرف و انعطاف‌پذیری مورد نیاز برای چابکی از طرف دیگر وجود داشته باشد. گلدمن نیز تولید چابک را شامل خصوصیات تولید ناب، جهت دستیابی بر چهار اصل اساسی می‌داند [۵]:

۱. محصولات باید راه‌حلهایی برای مشکلات خاص مشتریان باشند

۲. سازمان‌های مجازی باید زمانی شکل بگیرند که از طریق همکاری‌های داخلی یا خارجی خواستار ارائه محصولات در حداقل زمان ممکن به بازار باشند

۳. رویکردهای کارآفرینانه باید به‌گونه‌ای اتخاذ شوند که سازمان‌ها در شرایط تغییر و عدم اطمینان محیطی، کامیاب باشند

۴. سازمان‌های مبتنی بر دانش باید زمانی شکل بگیرند که با استفاده از فناوری اطلاعات در سلسله مراتب اختیارات خود، تا حدود زیادی عدم تمرکز را ایجاد کنند

۴. توانمندسازهای تولید چابک

حتی پس از گذشت سال‌ها از ابداع و پالایش، پارادایم تولید چابک هنوز در دوران طفولیت خود به‌سر می‌برد. برخی از بررسی‌های مرتبط با توانمندسازهای تولید چابک و چابکی به‌صورت تجربی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. بررسی‌های تجربی جنبه‌های خاص موانع برای تولید چابک و چابکی کامل شده‌اند، اما بررسی جامع و گسترده‌ای برای موانع تولید چابک مورد بررسی قرار نگرفته است. تولیدکنندگان چابک با توجه به عدم اطمینان محیطی باید نسبت به موارد زیر پاسخگو باشند [۵]:

۱. تغییرات سریع بازار و فشارهای ناشی از رقابت جهانی

۲. کاهش زمان رسیدن به بازار

۳. افزایش همکاری بین و داخل بنگاه‌ها

۴. روابط تعاملی زنجیره ارزش

۵. افزایش ارزش اطلاعات

۶. توزیع/بازاریابی/منبع‌گزینی جهانی

کید اشاره می‌کند که تولید چابک را می‌توان به‌عنوان ساختاری در نظر گرفت که داخل هر شرکت، توانایی توسعه محصولات و استراتژی‌های کسب‌وکار را دارا باشد. این ساختار توسط سه منبع اولیه پشتیبانی می‌شود که عبارت‌اند از:

۱. ساختارهای مدیریتی و سازمانی نوآورانه

۲. افرادی توانمند، با دانش و مهارت بالا

۳. فناوری‌های هوشمند و انعطاف‌پذیر

این سه منبع مقدماتی توسط یک روش‌شناسی با هم ادغام می‌شوند. به عبارت دیگر تولید چابک را می‌توان به‌عنوان یکپارچگی سازمان، افراد با دانش و مهارت بالا و فناوری‌های پیشرفته جهت حصول نوآوری و همکاری در پاسخ به نیازهای مشتری در نظر گرفت. گاناسکاران در سال ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱، هفت توانمندساز و شارپ و همکاران (۱۹۹۱) ده توانمندساز برای تولید چابک معرفی کرده‌اند.

در ادامه توانمندسازنده‌های چابکی تشریح و برای استقرار سیستم تولیدی چابک ده معرفی و پیشنهاد ارائه می‌شود. این موارد به ترتیب عبارت‌اند از: بنگاه مجازی، تجارت الکترونیک، ساخت سریع نمونه اولیه، توانمندسازی، بهبود مستمر^{۲۵}، افراد چندمهارته، کار گروهی، مهندسی همزمان^{۲۶}، مدیریت تغییر و ریسک و سیستم اطلاعاتی یکپارچه کسب‌وکار، تولید و محصول.

۴-۱. بنگاه مجازی

شبکه‌های موقت از شرکت‌های مستقل که توسط فناوری اطلاعات، شایستگی‌ها، زیرساخت‌ها و فرایندهای کسب‌وکار را به اشتراک می‌گذارند و این کار با هدف ارضای نیازمندیهای خاص بازار صورت می‌گیرد. بنگاه‌ها با توجه به کمبود منابع و امکانات به‌تنهایی توانایی پاسخگویی به تمامی نیازهای مشتریان را ندارند و اگر هم چنین چیزی امکان‌پذیر باشد از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه نیست. پس بنگاه‌ها جهت پاسخ به همه نیازهای مشتریان (که در چابکی یک اصل است) و ساخت محصولی خاص در یک دوره زمانی خاص براساس شایستگی‌های هر بنگاه، با هم پیوند ایجاد کرده و پس از تکمیل پروژه مورد نظر منحل می‌شوند. مفهوم بنگاه مجازی شامل شرکت‌هایی است که از لحاظ جغرافیایی غیرمتراکم و پراکنده‌اند و به‌صورت هم‌افزا شایستگی‌های اساسی آنها جهت برآوردن نیازهای مشتری و پاسخ سریع به تقاضای بازار را ترکیب می‌کند. شکلهی بنگاه مجازی شامل ترکیبی از دو یا بیشتر از دو شایستگی اساسی شرکت‌هاست که از فرصت‌های موجود در بازار حداکثر بهره‌برداری را می‌کنند [۵].

۴-۲. تجارت الکترونیک

مفهوم تجارت الکترونیک، استفاده از ابزار الکترونیک در تجارت است. فناوری اینترنت جهت دستیابی به چابکی و اغنای مشتری با روش‌های متفاوت، از نظارت بر نیازهای مشتری تا پشتیبانی بهتر پردازش‌های مشتری کمک نموده و اثر اطلاعات و افراد را نیز اهرمی می‌نماید. ارزش اطلاعات زمانی اهرمی می‌گردد که در زمان مورد نیاز، جای مورد نیاز و در شکلی که مورد نیاز است، در دسترس افراد قرار گیرد. افراد هم وقتی با دانش و اطلاعات در جهت تصمیم‌گیری توانمند شوند، نیز اثر اهرمی خواهند داشت. چون تعامل نزدیک مشتریان و تأمین‌کنندگان برای تولید چابک ضروری است، تجارت الکترونیک پراکندگی جغرافیایی مشتریان و نیازهایشان را مسلماً در نظر می‌گیرد. در واقع انگیزش اصلی تجارت الکترونیک، بهبود زمان پاسخ به تقاضای مشتری به صورت سریع و ممکن است [۱]. در واقع هدف تولید چابک نیز پاسخ به تقاضای مشتریان در هر زمان است که آن را به عنوان یکی از توانمندسازهای کلیدی مطرح می‌کند.

۴-۳. ساخت سریع نمونه اولیه

نمونه‌سازی اولیه همان طراحی و ایجاد یک نسخه از محصول به صورت سریع است. برای ایجاد این نسخه ضروری نیست که نمونه همه ویژگی‌های محصول نهایی را داشته باشد، بلکه باید ویژگی‌های کلیدی که بر آن تست انجام می‌گیرد را دارا باشد. نمونه‌سازی اولیه با کمک فناوری‌های پیشرفته همچون طراحی به کمک کامپیوتر^{۲۷}، تولید به کمک کامپیوتر^{۲۸} و مهندسی به کمک کامپیوتر^{۲۹} انجام می‌شود. گاهی از کلمه نمونه‌سازی اولیه مجازی استفاده می‌شود که به معنای طراحی و تولید یک نسخه از یک قطعه به صورت سریع در یک محیط کامپیوتری است. عبارت مجازی اشاره می‌کند که طراحی محصول فقط خلق فیزیکی نیست؛ بلکه نمایشی کامپیوتری از محصول است که برای کاربر جهت مشاهده، تجزیه و تحلیل و دستکاری ماهرانه ارائه می‌شود. هزینه نمونه‌سازی اولیه مجازی معمولاً کمتر از هزینه ساخت نمونه اولیه فیزیکی است [۱].

۴-۴. توانمندسازی کارکنان

کارکنان توانمند شامل افرادی است که شبکه غیررسمی را تشکیل داده و به طور مؤثر توانایی انجام این کار را داشته باشند

[۵]. بسیاری از سازمان‌ها شغل‌هایشان را مجدداً طراحی و تصمیمات مرتبط با شغل را واگذار می‌کنند. این تفویض مسئولیت و اختیار مرتبط با شغل را توانمندسازی می‌گویند [۶]. توانمندسازی به معنای واگذاری قدرت، آزادی، دانش و مهارت‌ها به کارکنان برای تصمیم‌گیری و انجام کارهای مؤثر است و به شکل تیم‌های کاری خودمختار، حلقه‌های کیفیت، غنی‌سازی شغلی و گروه‌های مشارکتی کارکنان منعکس و با واگذاری اختیار تصمیم‌گیری، آموزش و اطلاعات انجام می‌شود، به طوری که شغل‌ها بدون سرپرستی انجام می‌گیرند [۵].

۴-۵. بهبود مستمر

فرایند تکراری برنامه‌ریزی، تغییر، ارزیابی و بهبود عناصر داخل ساختار سازمانی را اصطلاحاً بهبود مستمر می‌گویند. این فرایند گاهی شامل مشتریان و تأمین‌کنندگان خارجی نیز می‌شود.

۴-۶. افراد چندمهارته

ظهور و بروز افراد منعطف و چندمهارته نتیجه برنامه‌های آموزشی است. این افراد علاوه بر دانش، مهارت و لیاقت انجام شغل، انعطاف‌پذیری سریعی در انجام وظایف دیگران) هنگام بروز مشکلات برای دیگر افراد را دارند [۵].

۴-۷. کار گروهی

گروه شامل اعضای است که به هدفی مشترک و مجموعه‌ای از اهداف کاری متعهدند و خود را به طور متقابل مسئول می‌دانند [۵]. انواع جدید زیرساختارهای منطقی مانند تولید و تیم‌هایی که به صورت فیزیکی توزیع شده‌اند، چابکی و پاسخگویی سریع را با هدف کاهش زمان رسیدن به بازارهای جهانی حمایت می‌کنند. بنگاه‌ای که به صورت فیزیکی توزیع شده، پیوند موقتی از بنگاه‌های مشارکت‌کننده است که در سراسر جهان پخش شده‌اند و در هر یک از ویژگی‌های آنها نوعی شایستگی اساسی برای کسب مزیت فرصت‌های تجاری مشخص یا دوری از تهدیدهای بازار می‌باشد. این فرصت‌ها و تهدیدها نوعاً کوتاه‌مدت‌اند و در محیط رقابتی به صورت ناگهانی ظاهر می‌شوند [۴]. سیستم‌های پست الکترونیک و شبکه‌های الکترونیک، امکانات محیط تولیدی توزیع‌شده‌اند و بنابراین تیم‌های توزیع‌شده را افزایش می‌دهد [۴].

۴-۸. مهندسی همزمان

در یک محیط چابک، نیاز به یک سیستم تولیدی پاسخگو و سریع ضروری به نظر می‌رسد. مهندسی همزمان پاسخ به نیاز برای سیکل توسعه محصول کوتاه‌تر و از اینرو به بازارهای در حال تغییر به صورت سریع و ممکن پاسخگو می‌باشد. کاربرد مهندسی همزمان در توسعه محصول نشان می‌دهد که محصولات جدید با ورودی‌هایی از همه امور مرتبط طراحی می‌شود. مشتری همیشه مقدم است و موفقیت نهایی محصول را تعیین خواهد کرد. اگر نیازمندی‌ها به خوبی تعریف و مستند شود، خصوصیات محصول را می‌توان روی نیازهای مشتری متمرکز نمود. روش‌های کیو. اف. دی.^{۳۰} جهت شنود صدای مشتری، خصوصاً برای تکامل تدریجی محصول طراحی شده‌اند؛ جایی که مشتری به خوبی از گزینه‌های جاری و توانمندی‌های محصولات در دسترس آگاه و در نتیجه مهندسی همزمان رویکردی سیستماتیک به طراحی همزمان محصولات و فرایندهاست [۵].

۴-۹. مدیریت تغییر و ریسک

شامل فرایند تغییر فرهنگ سازمانی از ارزش‌ها و شیوه‌های عملی سنتی است. این تغییرات، ایده‌ها و عقاید جدیدی را منعکس می‌کند که این مجموعه تغییرات به عنوان فرم جدید برای سازمان محسوب می‌شود.

۴-۱۰. سیستم اطلاعاتی یکپارچه

اطلاعات داخل سیستم باید با فرمت استاندارد، قابل فهم، مؤثر و مورد استفاده برای افرادی که به آن نیاز دارند درآید. در یک محیط تولیدی چابک، برای کنترل مؤثر تولید، سیستم‌های اطلاعاتی تولید باید به یک تعداد از منابع داده و پایگاه‌های داده‌ای خصوصی و تجهیزات دسترسی داشته باشند. در یک بنگاه مجازی سیستم اطلاعاتی یکپارچه به دلیل وجود شرکای پراکنده (از لحاظ فیزیکی) کمی پیچیده می‌گردد. این پیچیدگی به دلیل تفاوت در زبان، سیستم، مهارت‌های در دسترس و شبکه‌های ارتباطی رخ می‌دهد.

۵. تفاوت تولید چابک، ناب و منعطف

تولید ناب اصطلاحاً به تولید کارا، بدون زوائد (بدون اتلاف) و با هزینه پایین گفته می‌شود. تولید چابک اما به سرعت سیستم

تولیدی در شکل‌دهی مجدد خودش برای برآوردن تغییرات تقاضا می‌گویند و در نهایت تولید منعطف به معنای توانایی سیستم برای مطابقت با خواسته‌های مشتری است. در این میان، اختلاف اساسی بین انعطاف‌پذیری و چابکی است. انعطاف‌پذیری پاسخی برنامه‌ریزی شده به انحرافات است که از قبل برنامه‌ریزی شده، حال آنکه چابکی مبتنی بر تغییر پیش‌بینی نشده و جلوگیری برای تغییر را در هر جهتی حداقل کرده است [۵]. تولید چابک مفهومی جدید است که ممکن است از روش‌های جدیدی تشکیل نشده باشد. در تولید چابک تکنیک‌های عمومی مانند تولید ناب و منعطف در یک روش متمرکز اجرا می‌شوند. از اینرو بهبود زیادی در محصولات، پاسخدهی به مشتریان، نوآوری و انعطاف‌پذیری را سبب می‌شود [۶]. در حالی که مفهوم تولید ناب مجموعه‌ای از روش‌های ساختار داده شده را ارائه کرده است. تولید چابک فلسفه‌ای جامع برآمده از کار و تلاش نشست مؤسسه تولید چابک است که در سال ۱۹۹۱ در دانشگاه لیهای مطرح و در گزارشی با عنوان *استراتژی شرکت‌های قرن ۲۱* مستندسازی شده است. نقطه حرکت تولید چابک پویایی و قابلیت غیرقابل پیش‌بینی محیط بنگاه صنعتی است و برهمین اساس چابکی به عنوان قابلیت اجرای عملیات سودده در یک محیط رقابتی دائماً در حال تغییر و غیر قابل پیش‌بینی تعریف شود [۷]. هدف این است که یک دیدگاه سودمندتر (بنیادی‌تر) را با ارتباط دو فلسفه تولیدی با دو معیار متضاد که هر مؤسسه صنعتی باید به طریقی با آن وفق داده شود، تطبیق دهند. نخستین معیار بهره‌وری است یا به عبارت دیگر توانایی بهره‌برداری و بهینه‌سازی منابع شرکت. معیار دیگر اثربخشی است که به توانایی برای انتخاب و استقرار استراتژی‌ها و فرصت‌های بازار با توجه به دیدگاه منافع آینده برای مؤسسه اشاره می‌کند. همچنین توانمندی سازمان جهت شکل‌دهی مجدد و تغییر دائمی در کسب‌وکار از خصوصیات مهم دیگر می‌باشند. در اینجا تولید ناب را مرتبط با بهره‌وری و تولید چابک را با اثربخشی می‌توان دید. این موضوع اشاره می‌کند که هر شرکت واقعاً نیازمند ارائه فلسفه‌های تولید و جستجو برای وفق دادن با یکی از دو معیار مورد نظر می‌باشد. سیستم تولیدی منعطف روی راه‌اندازی‌های سریع دستگاه برای تولید انواع متفاوتی از قطعات متمرکز شده است، حال آنکه تولید چابک بر راه‌اندازی سریع کل سازمان برای تولید محصولات متفاوت

متمرکز شده است. این مقوله شامل نظارت بر تقاضاهای مشتری از نزدیک، شناسایی فرصت‌های بازار برای محصولات جدید، توسعه سریع محصولات به‌طور مشترک با شرکت‌های دیگر، توسعه عملیات تولید به‌طور همزمان و استفاده از سیستم توزیع فیزیکی پاسخده و منعطف برای تحویل محصول می‌شود [۱]. حال پرسش مطرح این است که آیا منعطف همان چابک است؟ تولید منعطف به توانایی تولید محصولات متفاوت در همان خط تولید اشاره می‌کند. چابکی توانایی برای سوئیچ کردن سریع از طریق خطوط تولید متفاوت، مفهومی که به‌عنوان تحرک‌پذیری اشاره می‌شود، می‌باشد [۱]. ماسکل (۲۰۰۱) بیان می‌کند که تولید ناب در کلاس جهانی برای انجام موارد قابل کنترل مناسب است، اما تولید چابک در مقابله با مقوله‌هایی است که نمی‌توان کنترل کرد. کریستوفر و توویل (۲۰۰۱) اساس تفاوت بین چابکی و ناب را برحسب ارزش کل فراهم‌شده برای مشتری (سطح خدمت قابل دسترس) می‌دانند که این ارزش برای چابکی عاملی حیاتی است؛ حال آنکه هزینه و قیمت فروش به‌طور واضح مرتبط با ناب‌بودن است. شارپ و همکاران (۱۹۹۹) به تفاوت‌هایی اساسی اشاره می‌کنند که عبارت‌اند از [۱]:

۱. تولید ناب به‌عنوان یک بهبود از روش‌های تولید انبوه شناخته شده است؛ حال آنکه چابکی به قطع تولید انبوه و تولید به سمت خواسته‌های مشتری اشاره می‌کند؛ جایی که خواسته‌های مشتری مهم است و تولید در هر حجمی شکل می‌گیرد

۲. در یک خط تولید چابک تلاش برای صرفه‌جویی نسبت به هدف می‌باشد تا صرفه‌جویی نسبت به مقیاس، و به‌طور ایده‌آل بازارهایی با شاخه‌های کوچکتر، حتی در حجم یک را بدون هزینه سنتی بالا براساس خواسته مشتری پوشش می‌دهد

۳. تولید چابک نیازمند یک دیدگاه جامع است، در حالی که تولید ناب نوعاً فقط با سطح کارخانه مرتبط می‌شود

۴. چابکی بیشتر متضمن مفاهیمی چون شکل‌گیری سریع، پیوندهای بین چند شرکت یا شرکت‌های مجازی برای معرفی محصولات جدید به بازار می‌باشد

۵. یک شرکت ناب به‌عنوان یک تولیدکننده کالا و خدمات سودمند است که از لحاظ هزینه کارا به‌نظر می‌رسد

۶. یک شرکت چابک ابتدا به‌عنوان یک سازمان یادگیرنده کارا و سریع طبقه‌بندی می‌شود. اگرچه این شرکت از لحاظ هزینه کارایی و سودمندی در رتبه اول نیست همیشه مشتریان خواهان محصولاتی با کیفیت بالاتر، قیمت مناسب‌تر و طراحی بهترند. این اهداف با استفاده از تکنیک‌های اتوماسیون سنتی قابل حصول نبوده و نیازمند سیستم‌های تولیدی جدیدی است تا نیازهای مشتریان را برآورده کند.

در اینجا به تشریح سیستم تولیدی جدیدی به نام چابک پرداخته شد که هدف آن قراردادن شرکت جلوتر از رقیبانش است [۲]. در چنین محیطی، بنگاه باید توان تولید همزمان محصولات متفاوت، طراحی مجدد محصولات، تغییر رویه‌های تولید و پاسخگویی کارا به تغییرات را داشته باشد. در صورت داشتن چنین توانمندی‌هایی بنگاه تولیدی چابک خواهد بود. به‌نظر نیلور و همکاران (۱۹۹۹) تولید چابک به استفاده از دانش بازار و سازمان مجازی در جهت بهره‌گیری از فرصت‌های متغیر بازار نیاز دارد، در حالی که تولید ناب به حذف تمامی شکل‌های اتلاف (از جمله زمان) و اجزای زمان‌بندی سطح نیازمند است. لذا، با اینکه تولید ناب و چابک مجموعه مشابهی از اولویت‌های رقابتی تولید را مورد خطاب قرار می‌دهند، اما بر مؤلفه‌های متفاوتی تأکید دارند. اساساً زمانی می‌توان از تولید ناب سخن گفت که فرایند تولید اتلاف در عملیات ناکافی یا فشارهای مفرط در عملیات انجام شود. از طرفی، زمانی با تولید چابک مواجهیم که فرایند تولید به‌صورت کارآمد روش‌های عملیاتی را در واکنش به تقاضای غیرمطمئن و متغیر متحول سازد.

۶. جمع‌بندی

همان‌گونه که پیشتر نیز مطرح شد، سازمان‌های تولیدی در دنیای امروز، با توجه به وضعیت رقابتی خود، به‌منظور پاسخگویی به چالش‌های موجود در بازار جهانی ناگزیر از انجام عکس‌العمل‌های به‌موقع‌اند. حوزه تولید طی سالیان گذشته تحولاتی شگرفی را تجربه کرده است: در برهه‌ای از زمان تولید دستی و پس از آن ظهور و بروز تولید انبوه، در فعالیت‌های چشمگیر هنری فورد، تنها گوشه‌ای از تاریخ صنعت تولید است. در گذر از تولید انبوه به تولید ناب و پس از آن تولید چابک با

پارادیمی جدید روبرو می‌شویم که شالوده‌های اصلی و اساسی صنعت تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در چنین شرایطی، هر بنگاه تولیدی باید توان تولید همزمان محصولات متفاوت، طراحی مجدد محصولات، تغییر فرایندهای تولید و پاسخگویی نسبت به تغییرات را داشته باشد. در صورت داشتن چنین ظرفیت‌هایی بنگاه تولیدی چابک خواهد بود. تولید چابک و مفهوم چابکی نشان‌دهنده توانایی سازندگان کالا و ارائه‌دهندگان خدمات برای تلاش به‌منظور رویارویی با تغییرات مداوم و

پیش‌بینی نشده است. با توجه به مطالب گفته‌شده هر سازمانی جهت بقا و پیشرفت در محیط پویای امروز نیازمند چابکی در سیستم‌های تولیدی خود می‌باشد. دستیابی به چابکی در سیستم نیز مستلزم داشتن توانمندساز است. نتیجه اینکه هر سازمانی جهت حصول به چابکی باید توانمندسازهای پیشنهادی را تحت مالکیت خود قرار دهد. در این مقاله ۱۰ مورد از توانمندسازهای اصیل به‌منظور استقرار استراتژی تولید چابک در سازمان‌های معرفی شد.

۷. مآخذ

- [1] Maskell, B., "The age of agile manufacturing." *SCM: An International Journal*, 6 (1), 2001, pp. 5-11
- [2] Power, D. J., A. S. Sohal, S. U. Rahman. "Critical success factors in agile supply chain." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 31, 2001, pp. 247-265.
- [3] Abdel-Malek, L., S. K. Das, C. Wolf. "Design and implementation of flexible manufacturing solutions in agile enterprises." *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, No. 3, 2000, pp. 187-195.
- [۴] جعفرنژاد، احمد. مدیریت تولید و عملیات نوین، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- [5] Goldman, S. L., R. N. Nagel, K. Preiss, R. Dove. Iacocca Institute: 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy, An Industry Led View, vol. 1-2, Iacocca Institute, Bethlehem, PA, 1991.
- [6] Hasan, M. A., R. Shankar, J. Sarkis, J. "A study of barriers to agile manufacturing." *Int. J. Agile Systems and Management*, Vol. 2, No. 1, 2007, pp.1-22.
- [7] Kidd, P. T. "Agile manufacturing: a strategy for the 21st century." *IEE Colloquium*, 74, 6IEE, England: 1996.
- [8] Robertson, M., C. Jones. "Application of Lean Production Manufacturing concepts in a Telecommunication Enviroments." *International Journal of Agile Manegement Systems*, Vol. 1, No. 1, 1999, pp. 14-16.
- [9] Kasarda, J. D. D. A. Rondinelli. "Innovative Infrastructures for Agile Manufactirers." *Sloan Management Review*, winter 1998, pp. 73-82.
- [10] Parkinson, S. "Agile manufacturing." *Work Study*, Vol. 48, No. 4, 1999, pp. 134-7.
- [11] Hooper, M. J, D. Steeple, C. N. Winters. "Costing customer value: An approach for the agile enterprise." *IJOPM*, 2001, pp. 630-644.
- [12] Tolliday, S., J. Zeitlin. *The Automobile Industry and its Workers: Between Fordism and Flexibility*, St. Martin's Press, New York, 1987, pp. 1-2.
- [13] Gunasekaran, A., R. McGaughey, V. Wolstencraft. "Agile manufacturing: Concepts and framework." *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy*, Elsevier Science, 2001, pp. 25-49.

پی‌نوشت

1. Agile Manufacturing
2. Iacocca Institute, <http://www.iacocca-lehigh.org> (accessed May 28, 2016)
3. Lehigh University, <http://www1.lehigh.edu> (accessed May 28, 2016)
4. Mass production or flow production

5. Lean manufacturing or lean production, often simply lean
6. Henry Ford (1863 – 1947)
7. Alfred Pritchard Sloan, Jr. (1875 – 1966)
8. Toyota production system (TPS)
9. Taiichi Ohno (1912 – 1990)

۱۰. رکود بزرگ اصطلاحاً به رکود گسترده اقتصادی جهان، یک دهه پیش از شروع جنگ جهانی دوم گفته می‌شود. شروع بحران بزرگ در دنیا با نوسان، اما در اغلب کشورها از سال ۱۹۲۹ بوده و پایان آن اواخر دهه ۱۹۳۰ یا اوائل ۱۹۴۰ بوده است. رکود بزرگ را می‌توان عمیق‌ترین، طولانی‌ترین و گسترده‌ترین بحران اقتصادی قرن بیستم دانست. در قرن ۲۱، از بحران بزرگ عموماً به‌عنوان مثالی برای اقتصاد جهان که تا چه حد می‌تواند تنزل داشته باشد، یاد می‌شود. این دوران در ایالات متحده با کاهش ارزش سهام در چهارم سپتامبر ۱۹۲۹ شروع شد، در ۲۹ اکتبر ۱۹۲۹، که سه‌شنبه سیاه نام گرفت، بورس امریکا سقوط کرد و خبر آن در جهان پیچید. از آن پس طولی نکشید که جریان رکود اقتصادی در تمام کشورها به‌سرعت گسترش یافت. در سال ۱۹۳۳، در امریکا، نرخ بیکاری به حدود ۲۵ درصد افزایش یافت. صدها هزار نفر از بیکاران با استفاده از قطار به شهرها و ایالت‌های دیگر برای یافتن کار سفر می‌کردند. در کلیفورنیا، که بسیاری از بیکاران برای یافتن شغل به آنجا سفر می‌کردند، برای مدتی ورود شهروندان دیگر مناطق امریکا توسط مسئولان ایالتی با محدودیت روبرو شده بود.

11. 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy: An industry-led view

۱۲. فوردگرایی یا فوردیسم (Fordism) گرایشی متأثر از نظام اقتصادی حاکم بر کارخانه‌های خودروسازی هنری فورد بود که شکل پیچیده‌تری از تایلرگرایی است. این گرایش مبتنی بر ترکیبی از قیمت پایین‌تر و دستمزد بالاتر و خط تولید بهبودیافته و بازاریابی و تسهیلاتی خاص برای مصرف‌کننده است.

13. Eiji Toyoda (1913 – 2013)

14. Steven L. Goldman

15. Roger N. Nagel

16. Kenneth Preiss

17. *Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer*

18. Boston Consulting Group (BCG),
<http://www.bcg.com> (accessed May 25, 2016)

19. MIT Commission on Industrial Productivity

20. Peter Ferdinand Drucker (1909 – 2005)

21. Business process re-engineering

22. Business Network Redesign

23. Total Quality Management (TQM)

24. Just-in-time (JIT) manufacturing

25. continual improvement process, also often called a continuous improvement process (abbreviated as CIP or CI)

26. Concurrent engineering

27. Computer-aided drafting (CAD)

28. Computer-aided manufacturing (CAM)

29. Computer-aided engineering (CAE)

30. Quality function deployment (QFD)